

|                   |   |
|-------------------|---|
| Предисловие ..... | 3 |
| Введение .....    | 5 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Часть 1. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ<br/>СИТУАЦИИ, ХАРАКТЕРНЫЕ<br/>ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ .....</b> | 11 |
| Введение .....   | 12 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Глава 1. ПРАВОВОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ<br/>НАСЕЛЕНИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ<br/>ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ.</b> |    |
| <b>КЛАССИФИКАЦИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ .....</b>   | 14 |

|  |    |
|--|----|
| 1.1. Правовое регулирование защиты населения и хозяйственных объектов от чрезвычайных ситуаций ..... | 14 |
| 1.2. Негативные факторы среды обитания .....   | 25 |
| 1.2.1. Вредные факторы .....   | 25 |
| 1.2.2. Опасные факторы .....   | 26 |
| 1.3. Опасности и последствия проявления негативных факторов среды обитания .....                     | 27 |
| 1.3.1. Виды опасностей .....   | 28 |
| 1.3.2. Признаки опасности .....  | 30 |
| 1.3.3. Идентификация опасностей .....  | 31 |
| 1.3.4. Анализ опасности .....  | 31 |
| 1.4. Очаг поражения .....  | 32 |
| 1.5. Опасные и вредные факторы в Беларуси .....  | 33 |
| 1.6. Возможные источники чрезвычайных ситуаций в Беларуси .....                                      | 39 |
| 1.6.1. Основные понятия источников чрезвычайных ситуаций .....                                       | 39 |
| 1.6.2. Источники чрезвычайных ситуаций .....   | 41 |
| 1.6.3. Поражающие факторы источников чрезвычайных ситуаций .....                                     | 42 |
| 1.6.4. Риск возникновения чрезвычайных ситуаций .....  | 44 |

|   |           |
|---|-----------|
| 1.7. Возможные чрезвычайные ситуации в Беларуси .....   | 45        |
| 1.7.1. Термины и определения чрезвычайных ситуаций .....  | 45        |
| 1.7.2. Условия и причины возникновения чрезвычайных ситуаций .....  | 47        |
| 1.7.3. Аварии и катастрофы .....  | 48        |
| 1.8. Стадии (фазы) развития чрезвычайной ситуации .....   | 50        |
| 1.9. Классификация чрезвычайных ситуаций .....  | 51        |
| <b>Глава 2. ТЕХНОГЕННЫЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ .....</b>   | <b>58</b> |
| 2.1. Общая характеристика техногенных чрезвычайных ситуаций .....   | 58        |
| 2.2. Поражающие факторы источников техногенной чрезвычайной ситуации .....                                    | 60        |
| 2.2.1. Воздушная ударная волна .....  | 62        |
| 2.2.2. Избыточное давление во фронте ударной волны .....  | 63        |
| 2.2.3. Световое излучение .....   | 66        |
| 2.3. Классификация техногенных чрезвычайных ситуаций .....  | 66        |
| 2.4. Транспортные аварии и катастрофы .....   | 68        |
| 2.5. Чрезвычайные ситуации, вызываемые пожарами и взрывами .....  | 73        |
| 2.5.1. Пожары .....   | 74        |
| 2.5.2. Взрывы .....   | 83        |
| 2.6. Аварии с выбросом (угрозой выброса) опасных химических веществ .....                                     | 85        |
| 2.6.1. Химически опасные объекты .....  | 86        |
| 2.6.2. Аварийно химически опасные вещества .....  | 87        |
| 2.6.3. Химические аварии .....  | 89        |
| 2.6.4. Зоны химического загрязнения и очаги химического поражения .....                                       | 89        |
| 2.6.5. Классификация аварийно химически опасных веществ (АХОВ) .....  | 91        |
| 2.7. Аварии на АЭС, атомных энергетических установках производственного и исследовательского назначения ..... | 95        |
| 2.7.1. Радиационно (ядерно) опасные объекты .....   | 96        |
| 2.7.2. Классификация аварий и фаз развития аварий .....   | 98        |
| 2.7.3. Основные поражающие факторы аварий на радиационно (ядерно) опасных объектах .....                      | 101       |
| 2.7.4. Примеры аварий на ядерных объектах .....   | 104       |

|  |     |
|--|-----|
| 2.7.5. Отличия загрязнения после аварии на АЭС от загрязнения при ядерном взрыве .....   | 109 |
| 2.8. Аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ .....  | 111 |
| 2.9. Внезапное обрушение зданий .....  | 112 |
| 2.10. Аварии на энергетических системах .....  | 112 |
| 2.11. Аварии в коммунальных системах жизнеобеспечения .....  | 113 |
| 2.12. Аварии на очистных сооружениях .....   | 115 |
| 2.13. Гидродинамические аварии .....   | 116 |
| <b>Часть 2. КАТАСТРОФА НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС – КРУПНЕЙШАЯ ТЕХНОГЕННАЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНАЯ СИТУАЦИЯ. ПОСЛЕДСТВИЯ КАТАСТРОФЫ ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ .....</b> | 119 |
| Введение .....   | 120 |
| <b>Глава 3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ АЭС .....</b>  | 122 |
| 3.1. Конструктивные особенности реактора РБМК .....  | 122 |
| 3.2. Ядерные цепные реакции в реакторе .....   | 126 |
| 3.3. Стержни системы управления защитой .....  | 129 |
| 3.4. Управление реактором .....  | 130 |
| <b>Глава 4. КАТАСТРОФА НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС И ОСОБЕННОСТИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ .....</b>                        | 132 |
| 4.1. Факторы опасности ядерных реакторов .....   | 132 |
| 4.2. Причины катастрофы на Чернобыльской АЭС .....   | 132 |
| 4.3. Развитие аварийной ситуации на Чернобыльской АЭС ...  | 135 |
| 4.4. Стадии аварии на ЧАЭС .....   | 137 |
| 4.4.1. Ранняя фаза развития аварии на ЧАЭС .....   | 138 |
| 4.4.2. Загрязнение территории Беларусь изотопами йода ....   | 143 |
| 4.4.3. Средняя фаза аварии .....   | 149 |
| 4.4.4. Поздняя фаза аварии .....   | 151 |
| 4.5. Особенности миграции радионуклидов .....  | 164 |
| 4.6. Прогнозирование радиоактивного загрязнения территории Республики Беларусь .....   | 169 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Глава 5. ПОСЛЕДСТВИЯ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ПОСЛЕ КАТАСТРОФЫ НА ЧАЭС ДЛЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ</b> | 172 |
| 5.1. Социально-экономические потери Республики Беларусь  | 172 |
| 5.1.1. Экономические потери Республики Беларусь  | 173 |
| 5.1.2. Социальные потери Республики Беларусь   | 183 |
| 5.2. Последствия для здоровья населения  | 187 |
| 5.2.1. Данные дозиметрического обследования населения  | 187 |
| 5.2.2. Медицинские последствия   | 190 |
| 5.2.3. Уровень заболеваемости у лиц, проживавших и проживающих в зонах первоочередного и последующего отселения    | 195 |
| 5.2.4. Социально-психологические последствия   | 197 |
| 5.2.5. Противоречивость оценки влияния чернобыльской аварии на здоровье людей                                      | 199 |
| 5.2.6. Медико-демографическая ситуация   | 200 |
| 5.3. Биологические и экологические аспекты последствий загрязнения территории для животного и растительного мира   | 203 |
| 5.3.1. Загрязнение наземных экосистем  | 204 |
| 5.3.2. Загрязнение водных экосистем  | 211 |
| <b>Часть 3. ФИЗИЧЕСКАЯ ПРИРОДА РАДИАЦИИ И ИСТОЧНИКИ РАДИАЦИОННОЙ ОПАСНОСТИ</b>                                     | 217 |
| Введение   | 218 |
| <b>Глава 6. РАДИОАКТИВНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ АТОМНЫХ ЯДЕР</b>   | 220 |
| 6.1. Общие сведения об атоме и атомном ядре  | 220 |
| 6.2. Характеристика ядра   | 227 |
| 6.2.1. Заряд ядра  | 228 |
| 6.2.2. Размеры и масса ядер  | 229 |
| 6.2.3. Ядерная сила. Удельная сила связи ядра  | 231 |
| 6.2.4. Ядерная реакция   | 233 |
| 6.3. Ядерные модели  | 234 |
| 6.4. Элементарные частицы ядра   | 235 |
| 6.4.1. Классификация элементарных частиц   | 236 |
| 6.4.2. Свойства элементарных частиц  | 242 |
| 6.5. Античастицы   | 243 |

|   |     |
|---|-----|
| 6.6. Взаимодействия элементарных частиц ..... | 244 |
| 6.7. Явление радиоактивности .....            | 245 |
| 6.7.1. Открытие радиоактивности .....         | 246 |
| 6.7.2. Виды радиоактивного распада .....      | 246 |
| 6.8. Законы радиоактивного распада .....      | 255 |
| 6.9. Активность радионуклидов .....           | 257 |
| 6.10. Единицы радиоактивности .....           | 260 |

## *Глава 7. ИОНИЗИРУЮЩИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ.*

|  |            |
|--|------------|
| <b>ХАРАКТЕРИСТИКА И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ .....</b>                             | <b>266</b> |
| 7.1. Виды и характеристика ионизирующих излучений .....                    | 266        |
| 7.2. Излучения заряженных частиц .....                                     | 269        |
| 7.3. Излучения незаряженных частиц .....                                   | 271        |
| 7.3.1. Нейтронное излучение .....  | 272        |
| 7.3.2. Нейтринное излучение .....  | 273        |
| 7.3.3. Фотонное излучение .....  | 274        |
| 7.4. Взаимодействие ионизирующего излучения с веществом .....              | 278        |
| 7.4.1. Передача энергии радиации веществу .....                            | 279        |
| 7.4.2. Взаимодействие с веществом заряженных частиц .....                  | 281        |
| 7.4.3. Взаимодействие с веществом незаряженных частиц .....                | 287        |
| 7.4.4. Ионизирующая способность излучений .....                            | 292        |
| 7.4.5. Проникающая способность излучений .....                             | 293        |
| 7.5. Физические основы защиты от радиационного излучения .....             | 295        |
| 7.5.1. $\gamma$ -Излучение .....   | 296        |
| 7.5.2. Нейтроны .....  | 300        |
| 7.5.3. $\alpha$ -Излучение .....   | 301        |
| 7.5.4. $\beta$ -Излучение .....  | 301        |
| 7.6. Влияние излучений на физические свойства материалов .....             | 301        |
| 7.7. Способы обнаружения и измерения радиоактивного излучения .....        | 303        |
| 7.8. Классификация приборов для измерения радиоактивности .....            | 308        |
| 7.8.1. Дозиметры .....   | 308        |
| 7.8.2. Стационарные приборы для обнаружения радиации .....                 | 313        |
| 7.9. Дозиметрические величины приборов для измерения радиоактивности ..... | 314        |
| 7.9.1. Эквивалентная доза .....  | 315        |
| 7.9.2. Экспозиционная доза излучения (Х) .....                             | 318        |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Глава 8. ИСТОЧНИКИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ ..</b>   | 322 |
| 8.1. Общие положения .....  | 322 |
| 8.2. Земная радиация .....  | 323 |
| 8.2.1. Радионуклиды земного происхождения .....   | 325 |
| 8.2.2. Радиоактивность строительных материалов .....  | 333 |
| 8.2.3. Радиоактивность воды .....   | 338 |
| 8.2.4. Энергоносители, используемые в качестве природного топлива .....                       | 341 |
| 8.3. Космическое излучение и его воздействие на человека и биологический мир .....            | 342 |
| 8.3.1. Первичное космическое излучение .....  | 343 |
| 8.3.2. Вторичные космические лучи .....   | 349 |
| 8.4. Антропогенные источники ионизирующего излучения .....                                    | 352 |
| 8.4.1. Глобальные выпадения продуктов ядерных взрывов .....                                   | 352 |
| 8.4.2. Предприятия топливно-энергетического комплекса .....                                   | 361 |
| 8.4.3. Производственное оборудование .....  | 363 |
| 8.4.4. Транспортировка радиоактивных материалов .....   | 364 |
| 8.4.5. Медицинские установки .....  | 365 |
| 8.4.6. Радиоактивные материалы (оборудование), используемые в повседневной деятельности ..... | 367 |
| 8.5. Радиоактивный фон и создаваемые им дозы облучения человека .....                         | 368 |

## **Часть 4. ОСНОВЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ .....** 373

|                |     |
|----------------|-----|
| Введение ..... | 374 |
|----------------|-----|

|   |     |
|---|-----|
| <b>Глава 9. БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ ..</b>                            | 376 |
| 9.1. Факторы, влияющие на радиационные поражения .....                                      | 376 |
| 9.1.1 Физические факторы .....  | 376 |
| 9.1.2. Химические факторы, влияющие на радиационное поражение организма .....               | 389 |
| 9.1.3. Биологические факторы, влияющие на радиационное поражение организма .....            | 390 |
| 9.1.4. Факторы, изменяющие радиочувствительность организма .....                            | 391 |
| 9.2. Воздействие ионизирующей радиации на различные ступени организаций живой материи ..... | 394 |
| 9.2.1. Первичные механизмы действия ионизирующих излучений .....                            | 396 |

|   |     |
|---|-----|
| 9.2.2. Вторичные механизмы действия ионизирующих излучений .....      | 404 |
| 9.3. Классификация радиобиологических эффектов .....                  | 413 |
| 9.4. Детерминированные эффекты .....                                  | 414 |
| 9.4.1. Зависимость детерминированных эффектов от дозы облучения ..... | 416 |
| 9.4.2. Ближайшие последствия .....                                    | 416 |
| 9.4.3. Отдаленные соматические последствия облучения .....            | 424 |
| 9.5. Стохастические эффекты .....                                     | 425 |
| 9.5.1. Величина малой дозы облучения .....                            | 425 |
| 9.5.2. Биологические эффекты малых доз облучения .....                | 426 |
| 9.6. Тератогенное действие радиации .....                             | 438 |
| 9.7. Радиоустойчивость животных, микроорганизмов и растений .....     | 440 |
| 9.7.1. Радиоустойчивость животных и микроорганизмов .....             | 440 |
| 9.7.2. Радиоустойчивость растений .....                               | 443 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Глава 10. ПРИНЦИПЫ, КРИТЕРИИ И НОРМЫ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....</b>  | <b>446</b> |
| 10.1. Международные правовые акты по радиационной безопасности .....   | 448        |
| 10.1.1. Международная организация труда .....  | 448        |
| 10.1.2. Международная комиссия по радиационной защите .....  | 449        |
| 10.1.3. Научный Комитет по действию атомной радиации при Организации Объединенных Наций (UNSCEAR, НКДАР ООН) ..... | 456        |
| 10.1.4. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ ООН) .....  | 457        |
| 10.1.5. Европейский комитет по радиационному риску (European Committee on Radiation Risk – ECRR, EKPP) .....       | 458        |
| 10.1.6. Всемирная Организация Здравоохранения (ВОЗ) .....  | 458        |
| 10.2. Основные нормативные правовые акты Республики Беларусь, регламентирующие радиационную безопасность .....     | 459        |
| 10.3. Принципы и критерии радиационной безопасности в нормативных правовых актах Республики Беларусь .....         | 460        |
| 10.3.1. Принцип обоснования .....  | 460        |
| 10.3.2. Принцип оптимизации .....  | 462        |
| 10.3.3. Принцип нормирования .....   | 463        |
| 10.4. Дозовые нагрузки .....   | 464        |
| 10.5. Радиационные риски .....   | 468        |
| 10.5.1. Классификация рисков .....   | 468        |

|  |            |
|--|------------|
| 10.5.2. Параметры ущерба .....   | 469        |
| 10.5.3. Индивидуальный риск .....  | 470        |
| 10.5.4. Групповой или коллективный риск .....  | 470        |
| 10.5.5. Количественная оценка радиационного риска .....                                      | 472        |
| 10.5.6. Моделирование радиационного риска .....  | 472        |
| 10.5.7. Коэффициенты риска .....   | 474        |
| 10.5.8. Уровни риска .....   | 475        |
| 10.5.9. Проблемы оценки риска малых доз облучения .....                                      | 479        |
| <b>10.6. Нормы радиационной безопасности НРБ-2000, регламентирующие риски .....</b>          | <b>480</b> |
| 10.6.1. Основные пределы доз (ПД) .....  | 481        |
| 10.6.2. Допустимые уровни монофакторного воздействия .....                                   | 484        |
| 10.6.3. Контрольные уровни .....   | 488        |
| 10.6.4. Ограничение производственного облучения природными источниками излучения .....       | 494        |
| 10.6.5. Ограничение техногенного облучения в нормальных условиях .....                       | 498        |
| 10.6.6. Ограничение медицинского облучения .....   | 502        |
| 10.6.7. Квоты предела годовой дозы .....   | 503        |
| <b>10.7. Безопасность при авариях в промышленности .....</b>                                 | <b>504</b> |
| 10.7.1. Оценка радиационной обстановки после антропогенного радиоактивного загрязнения ..... | 504        |
| 10.7.2. Оценка устойчивости работы предприятия в условиях радиоактивного загрязнения .....   | 509        |
| 10.7.3. Ограничение доз облучения в случае радиационной аварии .....                         | 510        |
| <b>10.8. Нормирование радиоактивного загрязнения окружающей среды .....</b>                  | <b>510</b> |
| <b>Часть 5. МЕРОПРИЯТИЯ ПО РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЕ .....</b>                                     | <b>513</b> |
| Введение .....   | 514        |
| <b>Глава 11. МЕРОПРИЯТИЯ ПО РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....</b> | <b>515</b> |
| 11.1. Информационное обеспечение населения .....   | 515        |
| 11.2. Организационные мероприятия по радиационной безопасности .....                         | 516        |
| 11.3. Принятие решения о проведении мер радиационной безопасности .....                      | 519        |
| 11.4. Ограничение контакта с излучателями .....  | 524        |
| 11.4.1. Основные принципы и меры ограничения контакта .....                                  | 524        |

|  |     |
|--|-----|
| 11.4.2. Ограничение облучения техногенными источниками   | 528 |
| 11.4.3. Ограничение медицинского облучения .....   | 531 |
| 11.4.4. Ограничение облучения населения от природных<br>источников .....                                 | 531 |
| <b>11.5. Мероприятия по выживанию населения</b>  |     |
| на радиоактивно загрязненной территории .....  | 532 |
| 11.5.1. Оповещение населения о радиационной аварии .....   | 533 |
| 11.5.2. Радиационная безопасность защитных сооружений  | 534 |
| 11.5.3. Рассредоточение, эвакуация, отселение .....  | 537 |
| 11.5.4. Зонированием загрязненных территорий после<br>аварии на АЭС .....                                | 538 |
| <b>11.6. Предупреждение облучения отдельных органов,</b><br>тканей и всего тела человека .....           | 539 |
| 11.6.1. Индивидуальные средства защиты .....   | 540 |
| 11.6.2. Режимы радиационной безопасности населения .....   | 544 |
| 11.6.3. Химический метод защиты .....  | 545 |
| 11.6.4. Защита от облучения щитовидной железы йодом-131  | 547 |
| 11.6.5. Первая медицинская помощь .....  | 548 |
| <b>11.7 Технические меры по снижению содержания</b><br>радиоактивных веществ в сырье и готовой продукции | 552 |
| 11.7.1. Нормативы на продукты питания и воду .....   | 552 |
| 11.7.2. Нормативы на сельскохозяйственное сырье и корма  | 554 |
| <b>11.8. Сбор и изоляция радиоактивных материалов</b> .....  | 556 |
| <b>11.9. Контроль и идентификация радиационной</b><br>обстановки .....                                   | 557 |
| 11.9.1. Общие положения .....  | 557 |
| 11.9.2. Радиационный контроль над природными<br>источниками радиации .....                               | 558 |
| 11.9.3. Постоянный мониторинг радиационно-гигиенической<br>и радиоэкологической обстановки .....         | 559 |
| 11.9.4. Принципы радиационной защиты окружающей среды  | 560 |
| <b>11.10. Меры радиационной безопасности в восстановитель-</b><br>ный период аварии .....                | 561 |
| 11.10.1. Питание на радиоактивно загрязненной территории .   | 562 |
| 11.10.2. Мероприятия, ограничивающие всасывание<br>радионуклидов .....                                   | 564 |
| 11.10.3. Круглогодичное насыщение организма витаминами<br>и микроэлементами .....                        | 565 |
| 11.10.4. Употребление пищевых добавок .....  | 567 |
| 11.10.5. Психологическая защита населения .....  | 568 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Глава 12. ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ .....</b>                    | <b>570</b> |
| 12.1. Дезактивация территорий, объектов, техники, продуктов питания .....                              | 570        |
| 12.1.1. Общие положения .....  | 570        |
| 12.1.2. Характер загрязнения .....   | 572        |
| 12.1.3. Основные этапы и виды дезактивационных работ .....   | 572        |
| 12.1.4. Технические средства дезактивации .....  | 576        |
| 12.1.5. Способы дезактивации .....   | 578        |
| 12.1.6. Объекты дезактивации .....   | 583        |
| 12.1.7. Дезактивирующие вещества и растворы .....  | 597        |
| 12.1.8. Оценка качества дезактивации .....   | 599        |
| 12.1.9. Меры безопасности при проведении дезактивации .....  | 601        |
| 12.2. Организация агропромышленного производства в условиях радиоактивного загрязнения территории .... | 602        |
| 12.2.1. Подбор культур и сортов .....  | 603        |
| 12.2.2. Обработка почвы .....  | 603        |
| 12.2.3. Защита растений .....  | 605        |
| 12.2.4. Ведение животноводства .....   | 606        |
| 12.2.5. Прогнозирование загрязнения сельскохозяйственной продукции .....                               | 608        |
| 12.2.6. Эффективность защитных мер .....   | 609        |
| 12.3. Реабилитация сельскохозяйственных угодий .....   | 611        |
| 12.4. Мероприятия по социальной защите населения .....   | 615        |