



Институт проблем безопасного развития атомной энергетики
Российской академии наук

А. А. Саркисов, Ю. В. Сивинцев, В. Л. Высоцкий, В. С. Никитин

АТОМНОЕ НАСЛЕДИЕ ХОЛОДНОЙ ВОЙНЫ НА ДНЕ АРКТИКИ

**РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ РАДИАЦИОННОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ МОРЕЙ**



**Институт проблем безопасного развития атомной энергетики
Российской академии наук**

А. А. Саркисов, Ю. В. Сивинцев, В. Л. Высоцкий, В. С. Никитин

**АТОМНОЕ НАСЛЕДИЕ
ХОЛОДНОЙ ВОЙНЫ НА ДНЕ АРКТИКИ
РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ
ПРОБЛЕМЫ РАДИАЦИОННОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ МОРЕЙ**

Москва 2015

УДК 577.4
ББК 28.081.28
А92

Рецензенты:

кандидат физико-математических наук А. В. Королев,
доктор физико-математических наук Р. В. Арутюнян

Атомное наследие холодной войны на дне Арктики. Радиоэкологические и технико-экономические проблемы радиационной реабилитации морей / А. А. Саркисов, Ю. В. Сивинцев, В. Л. Высоцкий, В. С. Никитин ; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. — М., 2015. — 699 с. : ил. — ISBN 978-5-9907220-0-2 (в пер.).

В книге представлена систематизированная информация о ядерно и радиационно опасных объектах, затонувших и затопленных в морях северо-западной Арктики. Приведены сведения о современной радиоэкологической обстановке в местах их затопления, дан прогноз ее изменения, оценено состояние защитных барьеров, препятствующих поступлению радионуклидов в окружающую морскую среду, и ожидаемый их выход в морскую воду в случае длительного нахождения объектов на дне. Рассмотрены основные направления и способы реабилитации морских акваторий, оценены экономические затраты на ее реализацию, возможности утилизации на предприятиях Северо-Западного региона включая обращение с отработавшим ядерным топливом, радиоактивными отходами и окончательную их изоляцию.

Для специалистов в области радиационной безопасности и защиты окружающей среды, радиоэкологии и океанологии, а также для лиц, занимающихся вопросами последствий затопления радиоактивных отходов и гибели атомных подводных лодок в Мировом океане.

ISBN 978-5-9907220-0-2

© Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН, 2015
© А. А. Саркисов, Ю. В. Сивинцев, В. Л. Высоцкий, В. С. Никитин, 2015

Содержание

Об авторах	6
Сокращения и обозначения	7
Предисловие	9
Введение. Экономические и экологические проблемы Арктики	11
Глава 1. Основные характеристики ядерно и радиационно опасных объектов, затонувших и затопленных в арктических морях.....	30
1.1. Объекты с отработавшим ядерным топливом.....	30
1.1.1. Затонувшая АПЛ «Комсомолец»	30
1.1.2. Затонувшая АПЛ «К-159»	35
1.1.3. Затопленные ядерно опасные объекты	40
1.2. Затопление радиационно опасных объектов	49
1.2.1. Затопление объектов без ОЯТ.....	49
1.2.2. Затопление твердых радиоактивных отходов	53
1.3. Относительная радиационная опасность затонувших и затопленных объектов	58
1.4. Динамика изменения активности в объектах затопления	67
1.5. Оценка полноты и достоверности имеющейся информации	70
Глава 2. Радиоэкологическая обстановка в местах гибели и затопления ядерно и радиационно опасных объектов	96
2.1. Содержание техногенных радионуклидов в арктических морях	97
2.2. Радиоактивность морской среды в районах гибели и затопления АПЛ	112
2.2.1. Затонувшая АПЛ «Комсомолец»	112
2.2.2. Затонувшая АПЛ «К-159»	120
2.2.3. Затопленная АПЛ «К-27»	135
2.3. Радиоактивность морской среды в районах захоронения радиоактивных отходов.....	140
2.3.1. Новоземельская впадина Карского моря	146
2.3.2. Залив Цивольки архипелага Новая Земля	149
2.3.3. Залив Степового архипелага Новая Земля	152
2.3.4. Залив Абросимова архипелага Новая Земля	166
2.4. Сравнительный анализ содержания радионуклидов в районах захоронения ЯРОО и прилегающих морях.....	173
2.5. Дозовые нагрузки, создаваемые затопленными ЯРОО, на биоту и население	186

Глава 3. Прогноз выхода техногенных радионуклидов из затопленных и затонувших объектов в морскую воду	191
3.1. Подходы и оценка состояния защитных барьеров затопленных и затонувших объектов	191
3.1.1. Оценка состояния защитных барьеров затопленных объектов ..	191
3.1.2. Оценка состояния защитных барьеров затонувших объектов....	197
3.2. Консервативная оценка выхода радионуклидов в морскую воду из затопленных объектов.....	202
3.3. Взвешенная оценка поступления радионуклидов в морскую воду из затопленных и затонувших объектов	209
3.3.1. Разрушение защитных барьеров в морской воде	216
3.3.2. Динамика выхода радионуклидов из объектов с ОЯТ.....	221
3.3.3. Поступление радионуклидов из объектов без ОЯТ	229
3.3.4. Радиоэкологическая опасность объектов затопления.....	234
3.4. Объекты, рекомендуемые к рассмотрению в интересах реабилитации морских акваторий	236
3.4.1. Весогабаритные характеристики основных объектов, затопленных и затонувших в арктических морях	236
3.4.2. Объекты, рекомендуемые к подъему и утилизации	241
Глава 4. Реабилитация морских акваторий	244
4.1. Нормативно-правовые аспекты реабилитации морских акваторий ...	244
4.2. Международный опыт реабилитации морских акваторий.....	253
4.2.1. Подъем и обследование контейнеров с ТРО	253
4.2.2. Подъем подводных лодок	256
4.3. Варианты реабилитации морских акваторий	267
4.3.1. Безопасное захоронение затопленных объектов на месте.....	269
4.3.2. Типовые технологические схемы подъема затопленных объектов	277
4.3.3. Подъем разрушающихся затопленных объектов.....	284
4.3.4. Реабилитация донных отложений, загрязненных радиоактивными веществами	285
4.4. Концепция подъема АПЛ	294
4.4.1. Состав судоподъемного комплекса.....	298
4.4.2. Технология морской части операции.....	300
4.4.3. Ориентировочный график выполнения работ.....	320
4.4.4. Основные этапы утилизации затопленных и затонувших ядерно и радиационно опасных объектов	321
4.5. Техничко-экономическая оценка различных вариантов реабилитации морских акваторий.....	334

Глава 5. Утилизация объектов	345
5.1. Производственная база утилизации	345
5.2. Инфраструктура обращения с ОЯТ.....	356
5.3. Инфраструктура обращения с ТРО	367
5.4. Инфраструктура обращения с реакторными отсеками	375
5.5. Окончательное захоронение радиоактивных отходов.....	382
5.5.1. Предварительные критерии приемки радиоактивных отходов для захоронения.....	383
5.5.2. Предварительное обоснование и выбор вероятных площадок захоронения РАО.....	392
5.5.3. Предварительные оценки и рекомендации по выбору перспективных участков для сооружения регионального могильника РАО	395
5.5.4. Предварительная оценка радиационной безопасности.....	399
5.5.5. Предварительная оценка затрат на создание хранилища окончательной изоляции радиоактивных отходов	405
Выводы.....	413
Заключение.....	417
Приложение 1. Основные результаты инвентаризации МАГАТЭ 2013—2014 гг. по затоплениям РАО и объектов с радиоактивными материалами в Мировом океане.....	418
Приложение 2. Проект подъема АПЛ «К-159» (концептуальный подход) ..	434
Приложение 3. Критические ситуации, возможные при подъеме АПЛ «К-159»	437
Приложение 4. Выгрузка атомной установки ОК-150 и модернизация атомного ледокола «Ленин» на машиностроительном предприятии «Звездочка»	445
Приложение 5. Боксовая модель прогноза загрязнения морской среды РАО, затопленными в заливах Новой Земли	455
Приложение 6. Радиоактивность морской воды, донных отложений и биоты в арктических морях и районах расположения радиационно опасных объектов	459
Приложение 7. Полное коррозионное разрушение затопленных ядерно и радиационно опасных объектов	485
Приложение 8. Скорость выхода техногенных радионуклидов из затопленных ядерно и радиационно опасных объектов в морскую воду.....	552
Приложение 9. Подъем АПЛ «Курск»	658
Литература.....	663