

АТОМНЫЙ ФЛОТ И ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МОРЯХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА



**Андрей Григорьевич
БОНДАРЕНКО,**
заместитель начальника
Тихоокеанского военно-
морского института
им. С.О. Макарова
г. Владивосток



**Александр Афанасьевич
МАКСИМОВ,**
генеральный директор
ООО «ДВ Нуклид»,
г. Владивосток



**Оксана Львовна
МОКЕЕВА,**
старший преподаватель
Тихоокеанского военно-
морского института
им. С.О. Макарова
г. Владивосток

В статье представлены достоверные официальные данные о радиоактивных отходах, затопленных Советским Союзом и Российской Федерацией, что в отличие от “Белой книги 1993 года” объективно характеризует реальную и прогнозируемую радиационную и экологическую ситуацию, обусловленную этими операциями. Она предназначена для специалистов в области радиационной безопасности и защиты окружающей среды, радиоэкологии и океанологии, а также для лиц, интересующихся вопросами последствий затопления радиоактивных отходов в Мировом океане, и представляет большой интерес для людей морской профессии, офицеров ВМФ, курсантов военно-морских учебных заведений и широкого круга читателей.

Ключевые слова: Тихий океан, Военно-морской флот, атомные подводные лодки, ядерные испытания, сброс радиоактивных отходов.

The Nuclear Fleet and the problems of providing radiation hazard in the Far Eastern seas
A.G. Bondarenko, Deputy Chief of the Pacific Navy Institute named after S.O. Makarov.
O.L. Mokeeva, senior lecturer of the Pacific Navy Institute named after S.O. Makarov, Vladivostok.
A.A. Maksimov, General Director of “Far Eastern Nuklid”, Vladivostok.

The article represents reliable official data about radioactive waste being sank by the USSR and the Russian Federation, that in contrast to “The White Book of 1993” impartially characterizes real and being forecasted radiation and ecological situation being conditioned with such operations. It is intended for specialists in the field of radiation security and surroundings defense, radioecology, and oceanology, and for those who are interested in the questions of after-effects while sinking radioactive wastes in the World Ocean. It also could be very interesting for seamen, Navy officers, students of Navy educational institutions and wide circle of readers.

Key words: the Pacific ocean, the Navy, nuclear submarines, nuclear tests, radioactive wastes.

Атомный век фактически начался в 1895—1898 гг., когда Вильгельм Рентген впервые получил проникающее высокоэнергетическое электромагнитное излучение, а Анри Беккерель открыл явление естественной радиоактивности — самопроизвольное непрерывное выделение энергии некоторыми химическими элементами, соответствующими концу таблицы Менделеева. Эта энергия оказалась столь велика, что вызывала ионизацию — образование положительно и отрицательно заряженных ионов и свободных электронов из электрически нейтральных атомов и молекул. Поэтому такие излучения получили название *ионизирующие*. В первой трети XX в. естественные радиоактивные вещества практически использовали в незначительной степени. Лишь в нескольких клиниках мира радий и продукты его распада применяли для лечения ряда заболеваний, соответственно малым было и накопление радиоактивных отходов.

В 1928 г. Международный союз радиологов создал группу экспертов, которой были поручены обоснование допустимой дозы облучения людей ионизирующими излучениями и выработка мер защиты персонала и населения от чрезмерного радиационного воздействия. Позднее эту группу преобразовали в Международную комиссию по радиационной защите (МКРЗ), регулярно публикующую свои рекомендации в этой сфере. В ряде стран были образованы Национальные комиссии по радиационной защите персонала и населения, подготавливавшие соответствующие национальные законы, нормы и правила. Одно из правил радиационной безопасности, сформулированных в довоенные годы, требовало, чтобы отработавшие радиоактивные источники удаляли из госпиталей и научно-исследовательских лабораторий в уединённые места, отдалённые от городов, и там закапывали в оврагах. К сожалению, это привело к тому, что в 1960—1990-х гг. обнаружилось множество радиоактивных «пятен» в районах новостроек на окраинах разрастающихся мегаполисов.

Ситуация с практическим использованием внутриядерной (атомной) энергии резко изменилась в 30-е гг., когда были открыты нейтроны — нейтральные ядерные частицы и с их помощью получены первые искусственные радиоактивные вещества, кроме того, началось постепенное распространение методов и средств рентгеноскопии и радионуклидной диагностики населения, а также радиационной терапии заболевших. Широкое использование радиационной техники привело к тому, что уже в конце первой половины XX в. средняя доза медицинского облучения населения в развитых странах возросла до 1 мЗв (100 мбэр)* и составила

* 1 мЗв (миллизиверт) — единица измерений эффективной дозы ионизирующих излучений, равная тысячной доле *зиверта*: $1 \text{ мЗв} = 1/1000 \text{ Зв} = 3 \text{ в}$. Зиверт (Зв) — единица измерений эффективной дозы ионизирующих излучений, например, одновременного воздействия бета- и гамма-излучения или радиоактивных аэрозолей, отложившихся в легких, и радионуклидов, содержащихся в загрязненной воде. $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$. При дозе однократного облучения человека, равной 1 Зв, возможно возникновение острой лучевой болезни, хотя и в легкой (переносимой) форме. Бэр (биологический эквивалент рентгена) — единица измерений эффективной дозы ионизирующих излучений. При воздействии на живой организм нескольких видов ионизирующих излучений, у которых коэффициент относительной биологической эффективности ОБЭ равен единице (например, в случаях одновременного воздействия бета- и гамма-излучений), 1 бэр соответствует 1 *рентгену*.

значительную часть среднего фонового облучения в дополнение к дозе, обусловленной естественными радиоактивными веществами и космическим излучением.

До начала Второй мировой войны физики доказали возможность деления тяжёлых ядер с выделением энергии, в сотни раз превосходящей ту, которая образуется при распаде естественных радионуклидов. В эти же годы был сделан вывод о принципиальной возможности цепной реакции деления ядер урана и мгновенного выделения огромной энергии, т.е. создания так называемой «атомной» бомбы, или ядерного оружия. Известно, что эта возможность привела в годы войны к негласному соревнованию трёх физических школ: в фашистской Германии, в США и в Советском Союзе. Эта лихорадочная гонка завершилась взрывами американских атомных бомб в японских городах Хиросима и Нагасаки в августе 1945 г. Через четыре года успешное испытание атомной бомбы было осуществлено в Советском Союзе.

Основной источник долгоживущих радиоактивных отходов (РАО), накопленных на нашей планете, — создание первых образцов ядерного оружия и развернувшаяся во второй половине XX в. гонка ядерных вооружений в США и СССР. Примкнувшие к ним позднее Великобритания, Франция и Китай накопили существенно меньше ядерных зарядов, чем две супердержавы, и оказали относительно незначительное радиационное воздействие на окружающую среду.

Стремительные темпы наращивания мощи атомного флота СССР и США привели к накоплению РАО на береговых базах и судах атомнотехнологического обеспечения. С середины 60-х гг. в СССР особую остроту приобрела проблема утилизации и хранения твёрдых радиоактивных отходов (ТРО). Ёмкость временных хранилищ для них оказалась недостаточной, а создание всеобъемлющей системы долговременных хранилищ и необходимой инфраструктуры обращения с РАО в те годы ещё только планировали. Чтобы избежать нежелательных радиоэкологических последствий длительного наземного хранения РАО в неудовлетворительных условиях, в качестве вынужденной временной меры была начата подготовка к затоплению ТРО в морях и расширение практики удаления отходов в моря. В 1966 г. были разработаны и введены в действие «Временные санитарные требования к захоронению в море радиоактивных отходов (ВСТЗ-66)», утверждённые ВМФ и Минздравом СССР, которые содержали методические указания по проведению радиационно-гигиенического контроля в районах слива и захоронения отходов, в целом соответствующие общепринятым стандартам. Они запрещали удаление в моря органических масел и других нефтепродуктов, загрязнённых радиоактивными веществами, а также захоронение в морях отработавших тепловыделяющих сборок, стержней системы управления и защиты, смол ионообменных фильтров. Вместе с тем документ разрешал производить сбросы эксплуатационных ЖРО (контурных, дезактивационных и обмывочных вод) непосредственно с АПЛ во время их нахождения за пределами 10-мильной зоны, а также захоронение крупногабаритных ТРО с активностью

не более 100 Ки (3,7 ТБк)* без упаковочной тары на глубинах более 300 м в непромысловых районах, где разрешалось также затопливать не подлежащие дальнейшему использованию плавсредства с размещёнными в них металлическими отходами в контейнерах и без них. Таким образом, в нашей стране основная доля затоплений РАО осуществлялась в соответствии с ВСТЗ—66. Нормативы и требования этого документа базировались на надёжных знаниях о поведении радионуклидов в морской среде и накопленном опыте к середине 60-х гг.

В истории захоронения отходов можно выделить три этапа. Они различаются по уровню научных знаний относительно последствий затопления в морях, по степени нормативноправового обеспечения этого вида деятельности, а также по отношению населения и специалистов в области радиационной безопасности к такому способу удаления РАО. С середины 40-х до конца 50-х гг. захоронения РАО проводили без каких-либо специальных норм и правил, ограничивающих радиационное воздействие на морскую среду и биологические ресурсы морей. Поэтому защитные меры сводились главным образом к обеспечению радиационной безопасности персонала. Практика затопления радиоактивных отходов в Мировом океане была общепринятой для стран, развивающих мирное и военное использование ядерной энергии.

Первую такую операцию провели США в 1946 г. в северо-восточной части Тихого океана, затопив твёрдые отходы низкой удельной активности в 80 км от побережья Калифорнии. Убеждение в безопасности этих операций было настолько большим, что даже не зафиксировались данные ни об активности, ни о радионуклидном составе. Когда несколько десятилетий спустя потребовалось включить такую информацию в национальный инвентаризационный регистр, её не удалось разыскать. Такой же оказалась ситуация и в нашей стране на начальном этапе.

К практике захоронения радиоактивных отходов прибегли и другие государства: Великобритания (в Северной Атлантике с 1949 г.), Новая Зеландия и Япония (вблизи своих берегов в Тихом океане в 1954—1955 гг.), Бельгия (пролив Ла-Манш, рядом с побережьем с 1960 г.) и многие другие страны. В 1959 г. США впервые затопили в Атлантическом океане корпус ядерного реактора, демонтированного с АПЛ «Сивулф».

С 1957 г. в Арктике (Баренцево и Карское моря) и на Дальнем Востоке (Японское, Охотское моря и северо-западная часть Тихого океана) затопление и слив отходов осуществляли сначала Советский Союз, а позднее и Российская Федерация. Наша страна удаляла в моря только отходы, образующиеся при эксплуатации атомных подводных лодок и атомных

* Кюри (Ки) — очень крупная единица измерений активности ионизирующих излучений, равная 37 млрд ($37 \cdot 10^9 = 3,7 \cdot 10^{10}$) *беккерелей*, или распадов в секунду (расп/с). Используется при измерениях активности мощных источников, в частности отработавшего ядерного топлива в ядерных реакторах. На расстоянии 1 м от источника радия с активностью 1 Ки *мощность эквивалентной дозы (МЭД)* гамма-излучения составляет примерно 1 рентген/час (при допустимой дозе аварийного облучения персонала 25 рентген/час). $1 \text{ кКи} = 10^3 \text{ Ки}$; $1 \text{ МКи} = 10^6 \text{ Ки}$. Беккерель (Бк) — очень малая единица измерений активности, равная одному распаду в секунду (1 расп/с). Используется, как правило, при измерениях активности проб или объектов окружающей среды. ТБк (терабеккерель) — очень крупная единица измерений *активности в беккерелях*. $1 \text{ ТБк} = 10^6 \text{ МБк} = 10^{12} \text{ Бк} = 27 \text{ кюри}$.

ледоколов, и лишь в специально выбранных районах без интенсивного судоходства и рыболовного промысла. Этим операциям предшествовало проведение научно-исследовательских работ по обоснованию допустимой активности, темпов сброса и выбору приемлемых регионов в арктических и дальневосточных морях*. При этом использовались результаты изучения естественных процессов в морских глубинах, в частности о скорости диффузии радиоактивных веществ в морской воде, накоплении радионуклидов в донных отложениях и в гидробионтах. На этих данных были теоретически и экспериментально, в том числе с проведением опытных сливов, обоснованы предельно допустимые концентрации (ПДК) долгоживущих радионуклидов в морской воде для сценария радиоактивного равновесия и всех возможных форм радиационного воздействия. С 1957 г. МАГАТЭ начинает разрабатывать методологию безопасного удаления радиоактивных отходов в моря. Одновременно на национальном и международном уровнях предприняты важные шаги по формированию нормативной правовой базы для защиты Мирового океана от негативных антропогенных воздействий. Были выявлены наиболее значимые пути и последствия облучения для различных представителей животного и растительного мира, в том числе для гидробионтов.

Второй этап длился примерно с 1960 г. по 1975 г., когда практика удаления радиоактивных отходов в моря получила широкое распространение в большинстве ядерных стран. Уже в начале 60-х гг. стали известны фундаментальные закономерности и факты, характеризующие поведение радионуклидов в морской среде. В 1972 г. была подписана Лондонская конвенция, регламентирующая затопление отходов и других материалов в морях и предотвращение недопустимого загрязнения Мирового океана такими сбросами. Вступила она в силу только в 1975 г.

Эксперты МАГАТЭ, работавшие по поручению стран-участниц Лондонской конвенции, оценили значение допустимого сброса радиоактивных отходов в море среднего размера величиной равной 1000 Ки (37 ТБк) в год. Это соответствовало значению, которое специалисты отечественного ВМФ приняли на ранней стадии подготовки к удалению РАО в моря, что свидетельствовало о близости подходов к этой проблеме в разных странах. В нашей стране при нормировании сбросов радионуклидов в море первоначально исходили из требования, чтобы радиус зоны загрязнения воды с концентрацией радиоактивных веществ выше ПДК не превышал 1 км. Всего в 1946—1982 гг. (в основном во время действия Лондонской конвенции) затопление радиоактивных отходов осуществляли 14 стран в 47 районах Тихого и Атлантического океанов.

По обобщённым данным первой инвентаризации, выполненной экспертами МАГАТЭ в 1991 г., за прошедшие 36 лет в морях Мирового океана было затоплено 1,24 МКи (46 ПБк)** радиоактивных отходов (без учёта вклада СССР). Большая их часть (за исключением около 1,25%) приходит-

* В пунктах базирования, ремонта и перезарядки атомных подводных лодок в течение года разрешается сливать отходы с суммарной активностью бета-гамма-излучателей не более 1 Ки, при удельной активности не свыше $1 \cdot 10^{-8}$ Ки/л.

** ПБк (Петабеккерель) — очень крупная единица измерений активности в *беккерелях*. 1 ПБк = 1000 ТБк = 10^{15} Бк = 27 тыс. *Кюри* = 27 кКи.

ся на Северо-Западную Атлантику. Здесь в 15 районах затоплено 1,22 МКв (45,31 ПБк), главным образом за счёт твёрдых отходов низкой удельной активности, удалённых Великобританией (77,5%). В Тихом океане доминирует доля отходов США (97,1%). В дальневосточном регионе, кроме Новой Зеландии и Японии, затопление радиоактивных отходов производила также Южная Корея вблизи своего побережья и в Японском море.

Третий этап начался в 1975 г. и продолжался приблизительно до 90-х гг. XX в. В этот период происходило интенсивное накопление научных знаний о действии ионизирующего излучения на различных уровнях организации живого — от генетических структур до крупных экологических систем, а также о поведении радионуклидов в биосфере и гидросфере. Обширный массив радиобиологических, радиоэкологических и радиационно-эпидемиологических данных, ставших доступными к этому времени, был положен в основу всеобъемлющего пересмотра принципов и методов обеспечения радиационной безопасности, проведённого в конце этого периода.

На эти же годы пришлось всеобщее осознание значимости глобальных экологических проблем, создающих угрозу самому существованию человечества. Характерным явлением для политической жизни многих развитых стран стало быстрое становление так называемого «зелёного движения». Его острière оказалось направленным против деятельности по использованию ядерной энергии, в том числе в мирных целях. Под влиянием антиядерного движения, набравшего силу после аварии 1986 г. на Чернобыльской АЭС, произошло ужесточение требований по обеспечению радиоэкологической безопасности, приведшее к принятию в конце 80-х гг. государствами-участниками Лондонской конвенции моратория на захоронение любых РАО в морях.

Для России 50-е гг. прошлого века — это не только период интенсивных атмосферных ядерных испытаний. Это время активного строительства атомных подводных лодок (АПЛ) и сброса РАО в моря и океаны. Всего с 1958 по 2009 г. в нашей стране было построено около 250 АПЛ, и ключевой задачей всей комплексной проблемы создания атомного флота была разработка надёжного корабельного ядерного реактора. Параллельно разрабатывали два типа установок: водо-водяные реакторы с водой под давлением, смонтированные на большинстве отечественных АПЛ, и реакторы с жидкометаллическим теплоносителем на основе свинцово-висмутовой эвтектики, которые использовали на небольшой серии подводных кораблей.

Первый пуск реактора на Тихоокеанском флоте произведён в 1960 г. Эксплуатация и техническое обеспечение корабельных ЯЭУ сопровождаются образованием жидких (ЖРО), твёрдых (ТРО) и газообразных отходов сложного радионуклидного и физико-химического состава. ЖРО образуются при повседневной эксплуатации и ремонте АПЛ, перезарядке активных зон реакторов, переснаряжении фильтров активности, а также при ликвидации последствий радиационных инцидентов и аварий.

В 60—70-е гг. на Северном и Тихоокеанском флотах объём образующихся ЖРО (без учёта вод санитарных пропускников и специальных

прачечных) составлял от 5000 до 8000 м³ в год. В последние годы в связи со значительным сокращением количества АПЛ и снижением интенсивности их плавания количество эксплуатационных ЖРО сократилось в 1,5—2 раза.

С целью предотвращения выхода радионуклидов из мест их образования, накопления в отсеках АПЛ и выброса в окружающую среду задействована система многобарьерной защиты. Наиболее опасный компонент ТВЭЛ имеет два барьера в виде коррозионно- и радиационно-стойкой оболочки и матрицы топливной композиции. Последняя удерживает радионуклиды благодаря пропитке специальным сплавом и в случае разгерметизации оболочек ТВЭЛОВ препятствует поступлению радионуклидов в теплоноситель. Третьим барьером является герметичный первый контур, включающий корпус ядерного реактора, конструкции первого контура и трубопроводы. Для исключения несанкционированных сбросов ЖРО из дренажных цистерн АПЛ их сливные кингстоны опломбированы и опечатаны, что контролирует служба радиационной безопасности.

Особая группа ЖРО — сточные воды санитарных пропускников и специальных прачечных. За год образуется 300—400 тыс. м³ таких отходов, а их объёмная активность в большинстве случаев не превышает регламентированных уровней вмешательства. Эти воды содержат значительное количество поверхностно-активных веществ. Охлаждающие технологические воды береговых и плавучих хранилищ — также отдельная специфическая группа ЖРО. В них представлены долгоживущие радионуклиды ⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs. Лишь 30% ЖРО объектов ВМФ отличаются низким содержанием (дренажные воды первого — третьего контуров), а 70% — дезактивационные воды с высоким содержанием солей, что сильно затрудняет их очистку. Значительное количество ЖРО появляется при ремонте корабельных ЯЭУ, в них доминируют долгоживущие радионуклиды. Сбор ЖРО, возникающих на АПЛ вследствие протечек воды первого контура и при частичном его дренировании, отборе проб и дезактивации оборудования, проводят в дренажные цистерны общим объёмом 3—8 м³. Затем отходы перекачивают с корабля на специальные суда или плавучие ёмкости.

С начала 1960-х гг. корабли Тихоокеанского флота сбрасывали в Японское море и некоторые районы Тихого океана отработанное топливо с атомных подводных лодок. В Тихом океане, включая Японское море и залив Петра Великого, находилось 23 точки захоронения жидких радиоактивных отходов. Подобная «утилизация» проходила легально, в полном соответствии с действовавшими тогда нормами и международными соглашениями. Считалось, что на большой глубине, где нет течения и физического воздействия на бочки, корпуса барж, опасный груз может находиться в безопасности несколько десятилетий. Но при этом не учитывалось, что с годами течения могут менять направления, а вода со дна поднимается на поверхность.

Основная тяжесть вины за выброс радиоактивных отходов в море принадлежит танкерам типа ТНТ (рис. 1), которые использовались как передвижные станции для сбора ЖРО с базирующихся в районе АПЛ, построенных и введённых в эксплуатацию с 1964 по 1971 г. На ТОФ в экс-

плутации находились два танкера класса «Вала» (ТНТ-23 и ТНТ-27) и два ТНТ класса «Зея» (ТНТ-5 и МБТН-42). В 1987 г. для сбора жидких радиоактивных отходов и их последующей обработки было построено ещё два судна — «Амур» и «Пинега», предназначенных для переработки жидких отходов более высокого уровня радиоактивности, а именно для снижения этого уровня (примерно между 10^{-3} и 10^{-5} кюри на литр отходов).

Кроме ТНТ, на российском флоте эксплуатировались плавучие мастерские класса «Малина», проекта 2020 (рис. 2) и проекта 326/326М, некоторые из них до сих пор используются для перезарядки и выгрузки реакторов подводных лодок. В корпусах плавучих мастерских имелись специальные резервуары для отработанного топлива, жидких радиоактивных отходов и свежего топлива.

Процесс освобождения топлива из реактора подводной лодки включает в себя длительные, потенциально опасные работы. Только процедура выгрузки отработанного топлива, в результате которой появляется примерно тонна жидких радиоактивных отходов, занимает месяц. За 40 лет эксплуатации АПЛ Тихоокеанского флота в Японское море слито 97% ЖРО и сброшено 56% ТРО, остальные захоронены в северо-западной части Тихого океана у п-ва Камчатка. Все 10 районов, выделенных для сливов и сбросов РАО, были выбраны на удалении нескольких десятков — сотен километров от береговой черты, имели 2—3-кратный запас по допустимым нормам ВМФ.

Географически в замкнутом Японском море районы захоронения отделены от шельфа глубоководной (до 3,5 км) впадиной, а также тёплыми и холодными течениями. Движению удалённых отходов к берегам РФ препятствуют Северо-Корейское и Приморское течения, имеющие скорость 0,5 узла. Корейский полуостров и Японские острова защищены с запада, юга и востока Восточно-Корейским, Цусимским, Сангарским течениями и течением Лаперуза, которые имеют скорость в один узел. Результаты измерений показали, что в северной части Тихого океана, вдоль побережья Японского моря и Гавайских островов, а также в районах



Рис. 1. Технологический наливной танкер ТНТ-5 типа «Зея».



Рис. 2. Плавающая мастерская ПМ-63, судно класса «Малина».

захоронения РАО в Японском море и вблизи Камчатки наблюдалось относительно однородное распределение трития. В 1980 г. были получены сходные данные практически для всей акватории Японского моря и северо-западной части Тихого океана (среднее значение $1,25 \pm 0,15$ кБк/м³ морской воды).

В 1991 г. на ТОФ была начата утилизация списанных АПЛ. При этом стало очевидным, что производственные мощности судостроительной промышленности и судоремонтных заводов ВМФ не соответствуют нарастающему темпу вывода их из эксплуатации.

Утилизация атомных подводных лодок была заявлена Россией в качестве одного из двух первоочередных приоритетов глобального партнёрства — инициативы стран «Большой восьмёрки», согласованной лидерами на саммите в канадском г. Кананаскисе в июле 2002 г. Реализация её потребовала создания в дальневосточном регионе инфраструктуры обращения с радиоактивными отходами: пунктов их хранения (рис. 3) и захоронения, транспортно-упаковочных комплексов для их хранения и транспортировки, средств доставки этих комплексов в пункты хранения и захоронения. Некоторые утилизируемые АПЛ (рис. 4) находятся на плаву с невыгруженным ядерным топливом 15—20 лет. Их безопасность обеспечивает ВМФ России, но с каждым годом добиваться этого всё сложнее, что потребует в ближайшее время форсировать решения о способах их консервации. В противном случае, если произойдёт затопление лодки, последствия, по словам экспертов, почувствуют на себе жители всех стран Дальнего Востока. По разным оценкам, стоимость проекта составляет от 10 до 40 млн. дол.

Учитывая ситуацию, складывающуюся на Дальнем Востоке в рамках реализации программы глобального партнёрства, необходимо принятие срочных мер, чтобы программа в регионе наконец-то заработала и не сбился худший сценарий.

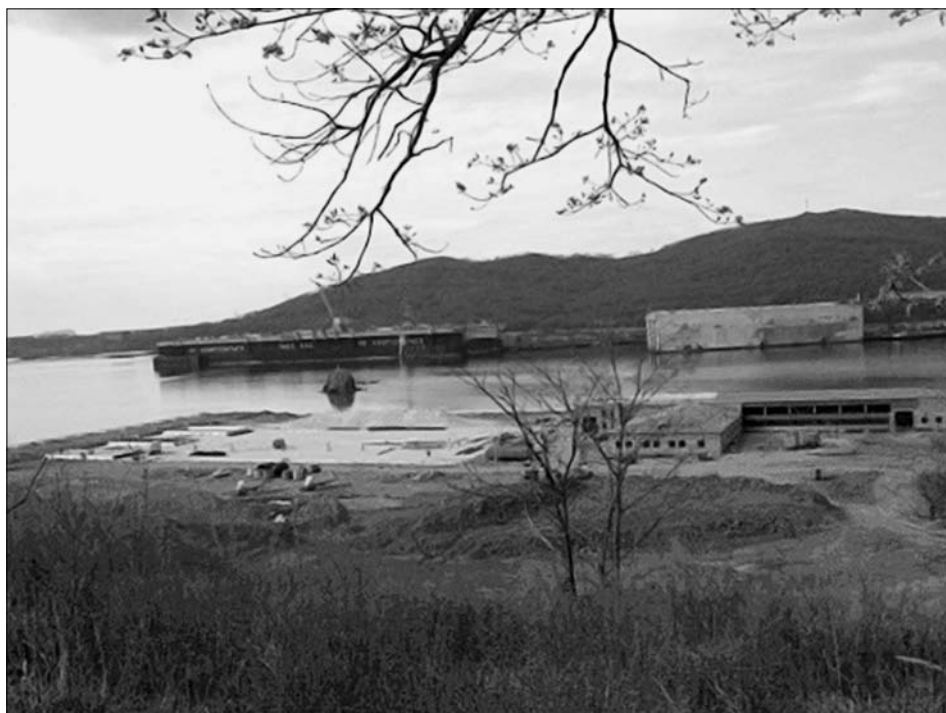


Рис. 3. Пункт долговременного хранения реакторных отсеков в тихоокеанском регионе (бухта Разбойник).



Рис. 4. Аварийные АПЛ класса Эхо-II и Виктор в бухте Павловского.