

ВСЕСОЮЗНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОРСКОГО  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ  
(ВНИРО)

УДК 639.2

На правах рукописи

ЛАПШИН Олег Михайлович

КОМПЛЕКСНЫЕ ИСКУССТВЕННЫЕ РЫБЫ  
ДЛЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

Специальность 05.18.17  
"Промышленное рыболовство"

Автореферат  
диссертации на соискание ученой  
степени кандидата технических наук

Москва 1990

Работа выполнена во Всесоюзном ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО).

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор

А.И. ТРЕЩЕВ

Научный консультант: доктор биологических наук, профессор  
Л.А. ДУШКИНА

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор  
Ю.Б. ЮДОВИЧ

кандидат технических наук  
В.А. МАРКИН

Ведущее предприятие: Главрыбвод

Защита диссертации состоится "18" декабря 1990 г. на заседании Высшего государственного совета при Всесоюзном ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательском институте морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) по адресу: Москва, С д г. Авт

Ученый с  
Специалист  
кандидат

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Ориентация рыбного хозяйства на развитие океанического рыболовства не позволяет в полной мере использовать биологический потенциал морских прибрежных вод. Современный промысел оказывает значительное воздействие на океанические экосистемы, характеризуется большой протяженностью трофических цепей у наиболее ценных промысловых рыб, значительными потерями энергии при добыче и переработке рыбной продукции, высокой интенсивностью промышленного использования многих традиционных объектов (Моисеев, 1983; Моисеев 1989).

Эффективное развитие рыболовства возможно только при сохранении среды обитания гидробионтов и воспроизводстве сырьевой базы. В мировом развитии рыбного хозяйства марикультура приобретает все больший удельный вес: в настоящее время - около 6, в 2000 г. - до 25% всей добычи рыбы и морепродуктов. Эти тенденции обуславливают изменение содержания промысла от охоты к обеспечению культивирования и сбору урожая, от рыболовства берущего к рыболовству созидаемому. Одним из технических средств улучшения возможностей промысла путем концентрации и воспроизводства гидробионтов являются искусственные рифы (ИР).

Комплексное использование биологических ресурсов технически сложная задача, здесь отсутствуют устоявшиеся технологии. Орудия лова, суда, механизмы, приборы контроля и управления процессом лова рыбы, будучи взяты по отдельности, в большинстве случаев ловить рыбу не смогут и приобретают эту способность лишь при объединении в систему (Фридман, 1987). В рыбопромысловую систему необходимо включить и ИР как средство управления промыслом и как устройство для создания новых промысловых возможностей. Изучение взаимодей-

вия ИР и окружающей среды, обеспечивающего максимальную эффективность промысла, является современным и актуальным.

Цель и задачи работы. Цель работы заключается в разработке и обосновании теории, особенностей проектирования и использования комплексных ИР. В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

определение общих закономерностей функционирования искусственных рифовых систем в различных водоемах;

изучение биоценозов естественных и искусственных рифов в Черном и Каспийском морях;

разработка концепции использования ИР как комплексного многофункционального сооружения на базе морских стационарных платформ (МСП);

разработка методики аналитического расчета донных ИР на устойчивость к воздействию сил волнения и течения;

оценка влияния гидродинамических сил и определение максимальных нагрузок на элементы пелагических ИР на основе модельных и натурных экспериментов;

определение эффективности комплексного ИР посредством количественной оценки обилия гидробионтов, изучения характера распределения донных и пелагических рыб в зоне действия ИР и промысловых экспериментов.

Научная новизна. Обоснована концепция комплексного ИР и впервые в мировой практике создан ИР, состоящий из подводной части МСП, донных ИР и пелагических ИР в виде подводных садковых устройств (ПСУ). В работе вводится и обосновывается принцип комплексности, т.е. создания многофункциональных ИР, состоящих из нескольких структурных образований.

Дается количественная оценка следующих параметров:

величин нагрузок в якорных оттяжках и месте соединения балластных цистерн и каркаса ПСУ в модельных и натуральных условиях; величин коэффициентов лобового сопротивления основных рифообразующих элементов;

обилия бентических и нектобентических видов гидробионтов в зоне действия экспериментального рифового полигона и на некоторых прибрежных биотопах северо-восточной части Черного моря, а также в зоне действия комплексного ИР в юго-восточной части Каспийского моря;

величин интенсивности и эффективности лова экспериментальными орудиями лова на комплексном ИР.

Разработан алгоритм расчета устойчивости донных ИР на основе анализа совместного воздействия волнения и течения. Разработаны методики модельных и натуральных тензометрических испытаний пелагических ИР и определения промысловой эффективности комплексного ИР.

В основу данной работы положены оригинальные данные, полученные автором на различных естественных и искусственных рифах Черного и Каспийского морей с помощью подводного аппарата "Риф", подводной лаборатории "Бентос-300", легководолазной и телевизионной техники, экспериментальных орудий лова.

Практическое значение работы. В результате исследований разработаны и установлены донные и пелагические ИР, образующие комплексный ИР. Сформирована база данных по гидродинамике, поведению гидробионтов на ИР, сукцессии рифовой экосистемы в районах исследований, которая может быть использована при проектировании ИР и разработке тактики промысла в новых промысловых районах. Предлагаемые алгоритмы определения внешних нагрузок и устойчивости ИР, тензометрические испытания пелагического ИР и определение промысловой эффективности

ИР позволили разработать работоспособный комплекс для эксплуатации в условиях открытого моря.

Результаты модельных и натуральных испытаний использованы в разработке двух модификаций ПСУ. Изготовленные ПСУ установлены в Каспийском и Черном морях.

Проведенный анализ параметров ИР позволил сформулировать основные принципы использования различных типов ИР в рыбохозяйственных целях. Обоснована возможность конверсии МСП в высокоэффективные ИР.

Принципы и концепция комплексного ИР, разработанная автором, положены в основу сооружаемого в настоящее время морского хозяйства по рыбоводству и рыболовству в юго-восточной части Каспийского моря.

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на Всесоюзной научно-технической конференции по промышленному рыболовству (Калининград, 1986), на Всесоюзной конференции "Искусственные рифы для рыбного хозяйства" (Москва, 1987), на Всесоюзном совещании по техническим средствам марикультуры (Батуми, 1988), на конференции-конкурсе молодых ученых ВНИРО (Москва, 1989), на Всесоюзном совещании "Поведение рыб" (Москва, 1989), на Всесоюзном совещании по направлению "Марикультура" (Москва, 1990), на научно-координационном совете по марикультуре Ихтиологической комиссии "Состояние исследований и перспективы развития марикультуры в Каспийском море" (Астрахань, 1990). По результатам диссертационной работы совместно с лабораторией интенсификации рыбоводных процессов ГосНИОРХа и лабораторией морской телеметрии ВНИРО представлен экспонат "Экологически чистая рыбоводная ферма" на международной выставке "Инрыбпром-90" (6-16 августа 1990 г.).

Результаты исследований вошли в проект "Комплекс интенсивной

марикультуры для открытых акваторий" (рег. № 7-60 от 24.05.89), признанного победителем на конкурсе ГКНТ СССР и получившего приоритетное финансирование.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ.

Объем и структура текста. Диссертация содержит 148 страниц машинописного текста, 45 рисунков и 10 таблиц. Состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, списка литературы и приложения. Список цитируемой литературы насчитывает 330 названий, из которых 254 - работы на иностранных языках.

#### СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

##### Глава I. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ИР

Феномен ИР - это одно из проявлений экотона в водной среде, что приводит к созданию благоприятных условий для жизни гидробионтов различных таксономических принадлежностей и экологии. ИР повышают экологическую емкость среды и увеличивают продуктивность экосистем. Основная цель сооружения большинства ИР - улучшение возможностей промысла за счет увеличения урожая водорослей, беспозвоночных и рыб посредством как привлечения гидробионтов, так и создания новых поселений.

Обзор литературы (Carlisle et al, 1964; Ino, 1974; Stone, 1974, 1982; Colunga and Stone, 1974; Aska, 1981; Mottet, 1981; Vik, 1982; Grove, 1983; Grove and Stone, 1983; D'Itri, 1985; Bohnsack and Satherland, 1985; Seaman et al., 1989; Yamane, 1989 и др.) позволил выделить основные направления исследования и анализа ИР: цели установки, функции, материалы и конструкция, успешность рифовых сообществ, зона влияния, сравнение функционирования естественных и искусственных рифов, эффективность, использование МСП в рыбохозяйствен-

ных целях.

Доказательства промысловой эффективности ИР основываются на данных статистики уловов до и после установки ИР, а также специально организованных промысловых экспериментах. Большинство проектов ИР оказываются рентабельны, однако максимальные уловы рыб наблюдаются в районах совместно расположенных пелагических и донных ИР.

Наиболее интенсивно рифовые программы, направленные на повышение эффективности прибрежного рыболовства, развиваются в Японии, США, Италии, Франции, Испании, Австралии, Китае. Небольшие программы, ориентированные на экологическую мелиорацию и повышение первичной продуктивности участков акваторий, выполнены в нашей стране. Для большинства морей СССР, активно используемых в рыбном промысле, характерны следующие признаки: умеренный климат и выраженная сезонность биологических процессов, дефицит естественных рифовых образований, отсутствие облигатно рифовых рыб. Именно это отличает их от морей тропической зоны, на которых мировая практика рифостроения получила максимальное развитие, и определяет специфику исследований. По этой причине необходим не перенос существующего опыта и решений, а разработка собственной стратегии использования ИР в комплексе с МСП и ПСУ.

## Глава 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Формализация процесса разработки ИР определила следующие направления исследований. Материалы по численности и распределению рыб на естественном рифе и различных биотопах северо-восточной части Черного моря до глубин 105 м получены с помощью подводного аппарата "Риф", подводной лаборатории "Бентос-300" в 1986-1987 гг. на основании "Временной инструкции по проведению исследовательских ра-

бот с использованием подводных аппаратов" (1977). Для изучения функционирования донного ИР в комплексе с ПСУ у мыса Большой Утриш на глубине 14 м был организован комплексный рифовый полигон на площади около 400 м<sup>2</sup>. Материалы по численности и распределению рыб на четырех МСП, комплексном ИР, контрольных участках в диапазоне глубин 15-33 м и удалении от берега до 17-28 миль в юго-восточной части Каспийского моря получены с помощью водолазной и подводной телевизионной техники.

Определение видовых и количественных характеристик ихтиофауны выполняли с помощью методики визуальных разрезов (Вроск, 1954) и контрольных обловов. Промысловые эксперименты конусными сетями проводили по схеме "опыт-контроль", жаберные сети и донные ловушки устанавливали по градиенту удаления от ИР.

Для получения материалов по функционированию комплексного ИР в период 1987-1989 гг. при участии автора был сооружен ИР, включающий МСП на банке ЛАМ Апшеронского порога Каспийского моря. Суммарный вес донных рифов составил 2,1 т, площадь комплексного ИР - 2400 м<sup>2</sup>, объем 55200 м<sup>3</sup>, без учета МСП. В качестве элемента донного ИР было обосновано использование пространственной конструкции в виде треугольной призмы из металлического уголкового профиля; ширина и высота элемента - 2 м, длина 6 м (Лапшин и др., 1990).

Обеспечение работоспособности комплексного ИР потребовало разработки теории проектирования донных и пелагических ИР в той части, где описывается воздействие внешних нагрузок.

Эксперименты по определению коэффициентов лобового сопротивления и величин вихревой зоны треугольной и четырехугольной призмы, полого цилиндра с отверстиями проводили в гидроканале НПО по технике промысловства. Относительная погрешность измерения коэффициента лобового сопротивления элементов составила  $3,32 \cdot 10^{-2}$ . Скорость

набегающего потока и величины вихревых зон определяли с помощью двухкоординатного датчика и прибора УЕСМ-200.

Для определения расположения элементов пелагического ИР (ПСУ) относительно друг друга и положения ИР относительно грунта в гидроканале были выполнены эксперименты с моделью ПСУ ( $C_e = 0,08$ ). Измерения величины силы натяжения в якорных оттяжках производили посредством первичного преобразователя ДК-10 и тензометрической системы в четырех положениях относительно дна гидроканала и ориентации в потоке.

В ходе натурных испытаний макетного образца ПСУ в Каспийском море были получены величины нагрузок, возникающих в якорной оттяжке и цепи подвеса балластной цистерны к каркасу устройства.

### Глава 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЧЕРНОГО МОРЯ. ОБОСНОВАНИЕ КОНЦЕПЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ИР

Подводные наблюдения на естественном рифе, являющемся продолжением мыса Большой Утриш - гигантского тектонического ротационного оползня, позволили определить ряд характерных параметров одного из наиболее высокопродуктивных прибрежных биотопов северо-восточной части Черного моря. В сообществе рыб доминируют атерины, бленниды, лабриды, хромисы, бычки. Численность рыб на вершине естественного рифа в диапазоне глубин 10-35 м составляла до 10 экз/м<sup>3</sup>. В сравнении с донными биотопами в диапазоне глубин 55-105 м зона естественного рифа - один из наиболее богатых биоценозов в Черном море как по биомассе, так и по видовому составу сообществ. Степень неоднородности субстрата, сопряженная с глубиной, определяет разнообразие жизни.

Были выполнены работы по изучению особенностей поведения рыб в

зоне действия экспериментального полигона, включающего подводный садок (ПС), ИР из автопокрышек и подводную пневматическую камеру "Спрут". В среднем у ПС число видов в 1,5 раза больше, чем у ИР (21 и 10 соответственно), а по численности особей участок, примыкающий к ПС, был богаче в 5-7 раз (Бугров, Михельсон, 1987). Эффективность рифового полигона достигается наличием пелагической и донной структур, которые следует рассматривать как единый ИР с общей пространственной организацией.

Процесс концентрации рыб у рифа может быть выражен как производство двух функций, описывающих взаимодействие между рыбами и рифом, между рыбами и рыбами, например, между хищником и жертвой. Первая из этих функций зависит от переменных чувствительности и переменных условий (sato, 1985; Лапшин, 1988). Переменные условий являются признаками, на основании которых производится проектирование конструкций ИР с обоснованием методов изъятия продукции рифа: геометрия рифа (проницаемость тела рифа, площадь поверхности, рельеф, площадь основания, внутреннее пространство, конфигурация), материал, время установки, доступность для рыболовства и т.д.

Проведенные исследования позволили сформулировать основной принцип сооружения ИР - принцип структурной и функциональной комплексности. Реализация данного принципа обеспечивает эффективность рифовой системы за счет увеличения ее объема, что достигается при использовании подводной части МСП в качестве искусственной рифовой структуры, использовании ПСУ в качестве пелагических ИР, разработки и установки донных ИР, общей пространственной организации донных и пелагических компонентов.

Суммарное отрицательное воздействие интенсивного рыболовства может нейтрализоваться, с одной стороны, повышением продуктивности водоема при наличии ориентированного сообщества организмов-утили-

заторов (Гершанович, 1987; Губенко и др., 1987), с другой, само рыбоводство создает основу применения метода и технологии ИР, МСП и ПСУ выполняют роль привлекающего центра для различной биоты, в том числе и для ихтиофауны.

Функция привлечения аборигенных видов для ПСУ как пелагического ИР увеличивается вследствие его большой вертикальной протяженности (до 10 м) и наличия определенных кормовых ресурсов. Эта функция усиливается при создании единой пространственной организации донных ИР и ПСУ. После определенного этапа формирования сложившийся искусственный биоценоз создает возможность как для утилизации отходов садкового рыбоводства, так и для интенсивного рыболовства в данном районе (Лапшин, 1987; Бугров, 1987; Лапшин и др., 1990).

Конверсия МСП в ИР особенно актуальна для Каспийского моря. За последние 25 лет здесь построено более 1000 морских нефтегазопромысловых сооружений, в том числе более 300 МСП. Нерентабельность демонстража, высокий фактический срок службы (до 25 лет), создают предпосылки для использования МСП в рыбохозяйственных целях.

Реализация концепции комплексного ИР потребовала наряду с гидродинамическим обоснованием, определения эффективности функционирования ИР.

#### Глава 4. ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ РИФОВ

Большая часть исследований по определению коэффициентов лобового сопротивления и инерции, влияния различного типа обрастаний на их изменение, взаимосвязи с числом Кьюлеган-Карпентер и вихреобразованием выполнена для цилиндрических тел - опор МСП (Garrison and Seetharama, 1971; Standing, 1981; Бреббиа и Уокер, 1983; Isaacson, 1988).

Только ряд работ посвящены исследованию гидродинамики ИР, в основном наблюдениям и классификации картин обтекания (Куроки и др., 1964; Мидзуки и Усироно, 1979), определению сопротивления сложного ИР с учетом интерференции между блоками (Uekita and Akeda, 1986), устойчивости рифа в случае размыва грунта под рифом (Сато, 1967), закономерностям рассеивания блоков различной формы при падении на дно при сооружении ИР (Кира, 1965; Иикура и др., 1968). Некоторые вопросы теоретического обоснования проектирования подводного рыбохозяйственного оборудования освещены в работах Nakamura (1979), Уэкиита (1982), Стоценко (1984).

Основными требованиями при проектировании ИР как технического устройства являются: сохранение формы в процессе эксплуатации, т.е. предел прочности материала должен соответствовать методу установки рифа и величине внешнего воздействия; сохранение устойчивости при экстремальном совместном воздействии волнения и течения; сохранение работоспособности рифа при активных седиментационных процессах.

Для определения силы реакции грунта  $r$  при сооружении ИР методом сбрасывания блоков было использовано уравнение движения тела в воде при неподвижной жидкости:

$$\gamma V \dot{v} = (\gamma - \rho) V g - C_D A \rho \frac{v^2}{2} - C_{MA} \rho V \dot{v} - R \quad (1)$$

где  $\rho$  - плотность жидкости;  $\gamma$  - плотность тела;  $v$  - скорость падения блока ИР;  $V$  - истинный объем блока;  $C_D$  - коэффициент лобового сопротивления;  $C_{MA}$  - коэффициент присоединенной массы;  $A$  - площадь проекции блока относительно потока.

Определив скорость падения блока  $v_0$  на глубине  $h$ , получим уравнение движения блока:

$$\frac{K \epsilon_{max}^3}{3 \rho V} - [g (\gamma / \rho - 1) - \frac{C_D A}{4 V} v_0^2] \epsilon_{max} - (\gamma / \rho + C_{MA}) \frac{v_0^2}{2} = 0 \quad (2)$$

где  $K$  - коэффициент силы реакции грунта;  $\epsilon_{max}$  - максимальная величина деформации грунта.

Приведа уравнение (2) к виду  $\epsilon_{max}^3 + p\epsilon_{max} + q = 0$   
нашли точное решение  $\epsilon_{max}$ .

Обоснование требования сохранения устойчивости потребовало определения и уточнения  $C_D$  для основных элементов структуры рифа: треугольной и четырехугольной призмы, полого цилиндра с отверстиями (рис. I). Проектирование ИР следует вести отдавая предпочтение формам с наибольшей площадью поверхности при близких характерных линейных размерах. При числах Рейнольдса, соответствующих докритическому режиму, шероховатость, вызванная обрастанием рифа, мало значима. Определение сил, действующих на ИР с экспозицией более года, следует проводить, увеличивая характерный линейный размер на толщину обрастания.

Известно, что большее давление в водной среде обеспечивается более низкой частотой вихреобразования  $f$ . В интересующем нас диапазоне скоростей число Струаля мало изменяется по отношению к числу Рейнольдса, а потому уменьшение характерного линейного размера приводит к увеличению  $f$ , взаимосвязанной с степенью привлечения рыб к ИР.

Величину вихревой зоны элементов ИР определяли измеряя скорости потока  $u_x, u_y$  в зарифовом пространстве при  $u = 0,1$  м/с. Четырехугольная и треугольная призмы образовывали вихревые зоны наибольшего объема. Следовательно, для образования максимальной зоны воздействия необходимо использовать призмы, а не цилиндры в качестве базовых конструктивных элементов, что совпадает с выводами Вэнг, Сато (Wang, Sato, 1986), полученными на основании тензометрических измерений и визуализации потока.

Учитывая, что ИР сооружается из элементов с максимальным линейным размером не более 1 м, при определении величины гидродинамического воздействия на ИР можно пренебречь дифракцией и учитывать

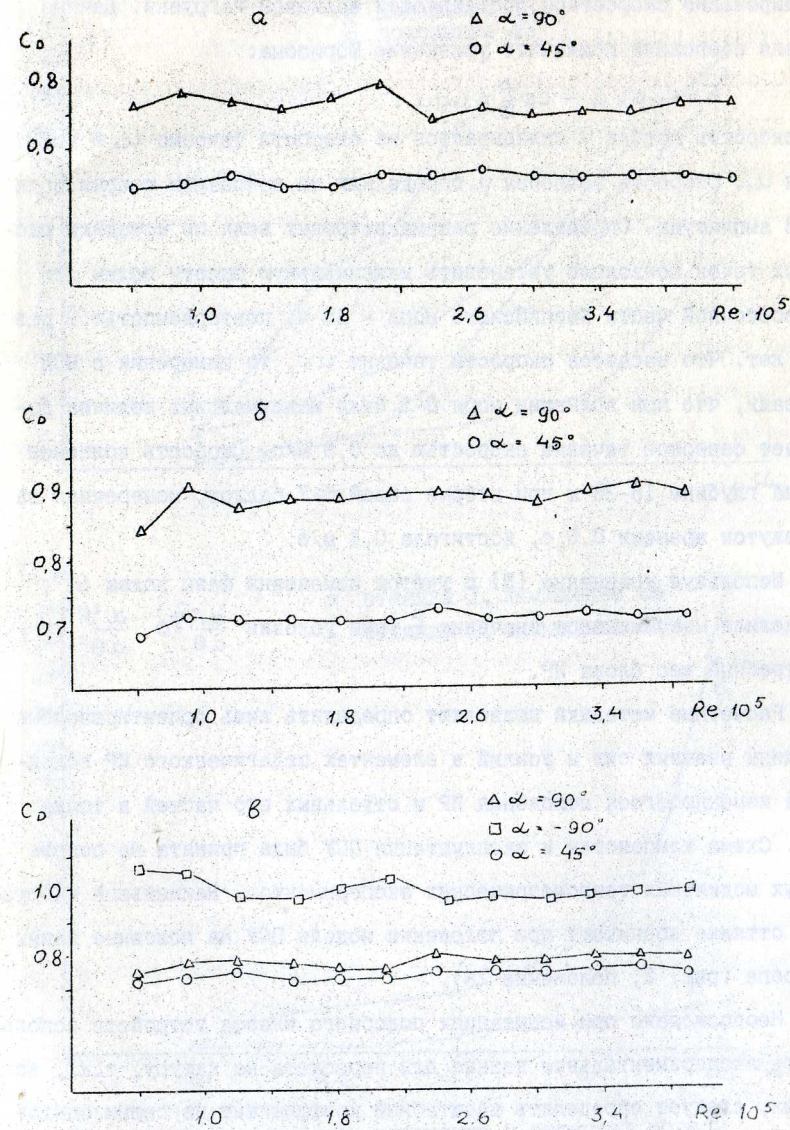


Рис. I. Зависимость коэффициентов лобового сопротивления от числа Рейнольдса для рифообразующих элементов: а - полый цилиндр с отверстиями, б - четырехугольная призма, в - треугольная призма.



доминирование скоростной составляющей волновой нагрузки. Данные условия позволили применить уравнение Морисона:

$$F = c_m \rho V \dot{u} + c_D \frac{\rho}{2} A |u| u, \quad (3)$$

где скорость потока  $u$  складывается из скорости течения  $u_0$  и волнения  $u_1$ . Скорость волнения  $u_1$  определили на основании теории волн малой амплитуды. Определение режима ветровых волн по методике расчетных точек позволило установить максимальную высоту волны для юго-восточной части Каспийского моря - 15 м, повторяемостью  $I$  раз в 50 лет. Что касается скорости течения  $u_0$ , то измерения с МСП показали, что при волнении моря 0-1 балл максимальных величин достигает северное течение скоростью до 0,8 м/с. Скорость волнения  $u_1$  на глубине 18-23 м при шторме силой 6-7 баллов, измеренная за промежуток времени 0,5 с, достигала 0,4 м/с.

Используя уравнение (3) с учетом изменения фазы волны  $\theta$ , определили максимальное значение  $F$  (при условии  $\frac{dF}{d\theta} = 0$ ,  $\frac{d^2F}{d\theta^2} < 0$ ) и потребный вес блока ИР.

Расчетные методики позволяют определить лишь ориентировочные величины внешних сил и усилий в элементах пелагического ИР вследствие изменяющегося положения ИР и отдельных его частей в толще воды. Схема компоновки и эксплуатации ПСУ была принята на основе данных модельных тензометрических экспериментов. Наименьшие нагрузки в оттяжке возникают при положении модели ПСУ на половине длины гайдропа (рис. 2, положение 2Б).

Необосновано при испытаниях подобного класса устройств использовать экспериментальные данные для пересчета на натуру, т.к., во-первых, следует определять масштабный коэффициент из серии опытов с моделями, отличающимися по  $C_D$ ; во-вторых, необходимо проводить модельные эксперименты в условиях совместного воздействия волнения и течения. Проведение натурных тензометрических испытаний обеспечи-

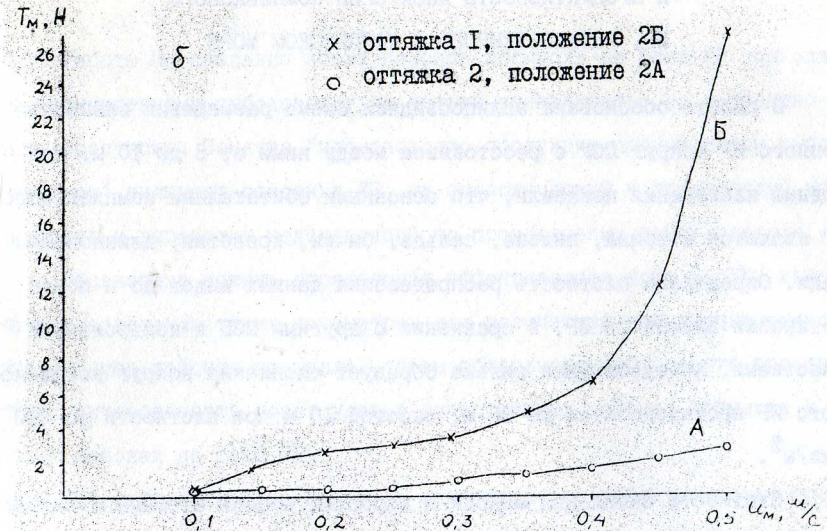
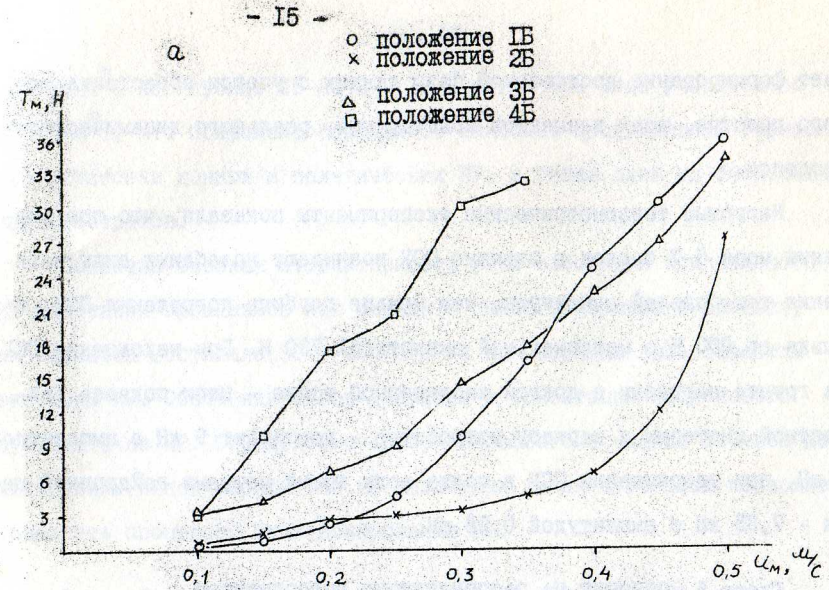


Рис. 2. Изменение силы натяжения в оттяжках модели пелагического ИР:  
 а - при характерных положениях ИР относительно дна: 1 - на дне, 2 - на половине длины гайдропа, 3 - на полной длине гайдропа, 4 - на поверхности;  
 б - при ориентации в потоке: А - две оттяжки по потоку, Б - одна оттяжка по потоку.

вает формирование достоверной базы данных с учетом обрастания сетного полотна, всех элементов конструкции, реального динамического процесса.

Натурные тензометрические эксперименты показали, что при волнении моря 6-7 баллов в отяжке ПСУ возникают колебания силы натяжения тем большей амплитуды, чем меньше глубина погружения ПСУ: в рывке до 900 Н с максимальной амплитудой 700 Н. При нахождении ПСУ на грунте нагрузки в другой характерной точке - цепи подвеса балластной цистерны к каркасу устройства - достигает 9 кН с амплитудой 3 кН, при удерживании ПСУ в толще воды тремя метрами гайдропной цепи - 7,35 кН с амплитудой 0,98 кН.

#### Глава 5. ВЛИЯНИЕ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОВИОНТОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ АКВАТОРИИ КОМПЛЕКСНОГО ИР, УСТАНОВЛЕННОГО В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

В работе обоснована эллипсоидная схема размещения элементов донного ИР вокруг ПСУ с расстоянием между ними от 8 до 10 м. Подводные наблюдения показали, что основными обитателями комплексного ИР являются атерина, килька, сельдь, бычки, креветки, длиннопалые раки. Определена плотность распределения данных видов до и после установки элементов ИР, в сравнении с другими МСП и контрольными участками. Анчоусовидная килька образует скопления вокруг комплексного ИР протяженностью до 90 м, высотой 10 м при плотности до 200 экз/м<sup>3</sup>.

Плотность скопления молоди и взрослых особей атерины и кильки при кормлении рыб в ПСУ сравнима с плотностью при проявлении фототаксиса. На контрольных участках скопления пелагических рыб не отмечались.

Биомасса перифитона опор МСП на глубине 2-3 м составляет

5,2 кг/м<sup>2</sup>, на глубине 15-20 м - 10,1 кг/м<sup>2</sup> (на ряде участков до 30 кг/м<sup>2</sup>), что позволило определить наиболее продуктивный горизонт для установки донных и пелагических ИР, а также один из биопозитивных субстратов.

Показана высокая аттрактивность всех элементов комплексного ИР для таких организмов как мизиды - ценного кормового объекта, их биомасса достигала 30 г/м<sup>3</sup>. Это на два порядка выше биомассы вне зоны ИР. Обоснован выбор диаметра и ориентации капронового субстрата на ИР. Определение сроков массового оседания личинок доминирующих видов перифитона на различных типах субстрата позволяет управлять процессом функционирования ИР.

#### Глава 6. ВЛИЯНИЕ ИР НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОМЫСЛОВОГО РАЙОНА

Работы по созданию новых районов промысла на базе ИР позволяют промышленному рыболовству не только вылавливать, но и производить продукцию. Понятие "производство продукции промышленным рыболовством" включает создание ИР, их экологический и промысловый мониторинг и выработку рекомендаций по промысловому использованию.

Обоснована модель определения эффективности лова на ИР, включающая сравнение таких параметров как количество концентрирующихся рыб, размер районов промысла, объем облавливаемого водного пространства, интенсивность лова, улов в существующих районах промысла и в новых районах на базе ИР.

Эффективность лова на ИР не исчерпывается эффективностью орудий лова, используемых в новом промысловом районе, а является результатом прямого или опосредованного воздействия всех элементов рыболовного комплекса на объект лова. Рыболовный комплекс трансформируется в комплекс, создающий новые промысловые районы на ос-

нове ИР. Происходит переход от рыболовства, основанного на стратегии все более искусного поиска и облова скоплений рыб, к рыболовству, основанному на планомерной разработке и созданию устройств для улучшения естественных условий воспроизводства и обитания промысловых видов.

Интенсивность лова на ИР  $I_{ИР}$  определяется как отношение объема обловленного пространства  $V$  к объему промыслового квадрата с ИР  $V_{ИР}$ ; эффективность лова  $\Theta$  - отношение улова в промысловом квадрате с ИР  $C_{ИР}$  за определенное время к объему обловленного водного пространства  $V$  за то же время.

Эффективность лова конусными сетями в 2-2,5 раза, а жаберными сетями в 1,83-2,91 раза выше на комплексном ИР, чем на контрольных участках. Выявлено ярко выраженное агрегированное скопление рыб вокруг донных ИР, в пределах 8 м от них, при выращивании рыб в ПСУ и равномерное распределение, с повышенной плотностью в пределах окружности диаметром 50 м, без выращивания рыб. Это подтверждала эффективность лова донными ловушками: 0,19 и 0,1 кг/м<sup>3</sup> соответственно. На контрольном участке уловы отсутствовали.

Созданный комплексный ИР изменяет стандартную технологию: вылов - производство рыбной муки - транспортировка - производство гранулированных кормов - транспортировка - использование кормов. Продукция рыболовства малоценных рыб трансформируется в продукцию рыбоводства ценных видов.

Проведено сравнение основных экономических показателей работы комплексного ИР по производству выращиваемой рыбы и работы добывающих судов промыслового флота.

Обосновано использование двух новых показателей эффективности: эффективность ИР, представляющая отношение величины улова в промысловом квадрате с ИР за определенное время к полному объему ИР; эко-

номическая эффективность ИР - отношение стоимости улова к стоимости ИР. Что касается второго показателя, то чем меньше период времени, за который достигнут уровень рентабельности ИР, тем эффективнее оцениваемый проект ИР.

#### ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. ИР как элементы рыбопромысловой системы являются средством создания новых промысловых районов и управления промыслом. Взаимосвязь между типом места обитания и промысловым объектом определяет эффективность использования ИР.

2. Теоретически разработанная концепция комплексного ИР, состоящего из подводной части МСП, ПСУ и донных ИР, предусматривает воздействие на организмы как бентали, так и пелагиали.

3. На основании теории волн малой амплитуды и уравнения Морисона разработана методика расчета устойчивости донных ИР.

4. Определены коэффициенты лобового сопротивления натуральных рифообразующих элементов ИР. Установлено, что элементы в форме треугольной и четырехугольной призм образуют максимальную вихревую зону.

5. Разработанные методики модельных и натуральных тензометрических испытаний пелагического ИР позволили определить нагрузки в элементах ИР и обосновать режим эксплуатации устройства в условиях открытого моря.

6. Созданный в юго-восточной части Каспийского моря комплексный ИР демонстрирует повышенные аттрактивные свойства по сравнению с отдельными его элементами и контрольными участками.

7. Промысловая эффективность определяется как величина улова в промысловом квадрате с ИР в сравнении с обычным промысловым районом или контрольным участком на основании таких показателей как эф-

фактивность, интенсивность лова и экономическая эффективность. Комплексный ИР обеспечивает большие уловы донных и пелагических рыб, чем контрольные участки.

8. В комплексном ИР одновременно реализуются функции концентрации и вылова рыб-аборигенов, выращивание ценных видов рыб и утилизации отходов подводного садкового хозяйства.

9. С учетом прироста и выживаемости рыб себестоимость товарной форели в ПСУ снизилась на 8%, сумма экономического эффекта составляет 540 руб. на 1 т выращиваемой рыбы. Использование вылавливаемых в зоне комплексного ИР рыб в качестве кормовой добавки для выращиваемых рыб в два раза снизило коэффициент оплаты гранулированных кормов и на 200-300 руб. затраты на производство 1 т рыбы.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Лапшин О.М., Фридман А.Л. Некоторые аспекты инженерного обеспечения нетрадиционного метода рыболовства // Тезисы докладов XIII межвузовской научно-технической конференции Минрыбхоза СССР. - Калининград: КТИРПХ, 1985. - С.89-90.

2. Лапшин О.М., Орлов Е.К., Фридман А.Л. Инженерно-экологические предпосылки создания искусственных рифов // Технические средства марикультуры. - М.: 1986. - С.68-79.

3. Лапшин О.М. Проблемы проектирования искусственных рифов в целях оптимизации прибрежных экосистем // Вопросы совершенствования управления в пищевой промышленности: - Калининград: КТИРПХ, 1986. - С.62-63.

4. Лапшин О.М. Рыболовство - культивирование. Создание рыбо-промышленных искусственных рифов // Искусственные рифы для рыбного

хозяйства. - М.: ВНИРО, 1987. - С.87-89.

5. Бугров Л.Ю., Лапшин О.М., Муравьев В.Б. Опыт организации многоцелевых исследований на экспериментальном рифовом комплексе // Искусственные рифы для рыбного хозяйства. - М.: ВНИРО, 1987. - С.47-81.

6. Лапшин О.М. Обоснование параметров для проектирования рыбопромышленных искусственных рифов // Орудия и способы рыболовства. Вопросы теории и практики. - М.: ВНИРО, 1988. - С.194-203.

7. Лапшин О.М. Исследования комплекса устройств для привлечения, концентрации и выращивания рыб // Оценка и освоение биологических ресурсов океана. - Владивосток: ТИНРО, 1988. - С.109-111.

8. Бугров Л.Ю., Лапшин О.М., Муравьев В.Б. Эколого-инженерные аспекты подводной технологии по созданию искусственных биотопов // Международный симпозиум по современным проблемам марикультуры в социалистических странах. - М.: ВНИРО, 1989. - С.62-64.

9. Лапшин О.М. Методика проектирования искусственных рифов // Международный симпозиум по современным проблемам марикультуры в социалистических странах. - М.: ВНИРО, 1989. - С.51-53.

10. Лапшин О.М. Гидродинамика искусственных рифов // Научно-технические проблемы марикультуры в стране. - Владивосток: ТИНРО, 1989. - С.233-234.

11. Лапшин О.М., Рукшин И.И. Натурные тензометрические испытания подводного садкового устройства в Каспийском море // Научно-технические проблемы марикультуры в стране. - Владивосток: ТИНРО, 1989. - С.235-236.

12. Лапшин О.М., Бугров Л.Ю., Рукшин И.И. Инженерная экология: создание искусственных биотопов у морских стационарных платформ Каспийского моря // Совершенствование орудий промышленного рыболовства в связи с поведением гидробионтов. М.: ВНИРО, 1990. - С.159-168.

Подписано в печать 15.11.90      Формат 60x84 I/I6      Заказ 305  
Объем 1,25 п.л.      Тираж 100

Ротапринт ВНИРО  
107140, Москва, Верхняя Красносельская, 17