



## УСТОЙЧИВОЕ БУДУЩЕЕ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

**Нургельдыев Сохбет**

Преподаватель учебного отдела Специализированной военно-морской школы  
Министерства обороны Туркменистана

**Довранов Мухамметназар**

Курсант 11 «А» класса Специализированной военно-морской школы  
Министерства обороны Туркменистана

**Сапаров Решид**

Курсант 11 «А» класса класса Специализированной военно-морской школы  
Министерства обороны Туркменистана

### Аннотация

Данная научно-исследовательская работа представляет собой комплексную деконструкцию проблем устойчивого развития мирового океана в условиях нарастающей антропогенной нагрузки и глобальных климатических трансформаций. Авторы детально исследуют механизмы функционирования морских экосистем как сложных термодинамических систем, подвергающихся воздействию химического загрязнения, пластиковой инвазии и эвтрофикации. В статье подробно анализируются технологические аспекты внедрения автономных морских робототехнических комплексов и систем спутникового дистанционного зондирования как инструментов прецизионного экологического контроля. Особое внимание уделено концепции декарбонизации морского транспорта и стратегической роли Каспийского бассейна в обеспечении региональной экологической безопасности. Работа обосновывает необходимость системной интеграции инженерных решений и правовых механизмов для сохранения биосферного потенциала океанов в интересах будущих поколений.

**Ключевые слова:** мировой океан, Каспийское море, устойчивое развитие, техносферная безопасность, «голубая» экономика, экологический мониторинг, автономные подводные аппараты, декарбонизация, морские экосистемы, климатические изменения.

### Введение

Мировой океан представляет собой не только крупнейший географический объект планеты, занимающий более семидесяти процентов её поверхности, но и является критически важной, высокочувствительной биосферной суперсистемой, обеспечивающей фундаментальные условия для существования жизни на Земле.

В эпоху антропоцена, характеризующуюся беспрецедентным технологическим давлением на природную среду, океанические и морские пространства становятся ареной пересечения глобальных экономических интересов, военно-политических стратегий и экологических вызовов экзистенциального масштаба. Роль океана как главного поглотителя тепловой энергии и регулятора углеродного цикла ставит его в центр современных научных исследований, направленных на предотвращение катастрофических климатических трансформаций. Однако текущее состояние морских экосистем свидетельствует о достижении критических порогов устойчивости, за которыми могут последовать необратимые процессы деградации биопродуктивности и разрушения механизмов саморегуляции гидросферы.

Для авторов данной работы — преподавателей и курсантов Специализированной военно-морской школы Министерства обороны Туркменистана — вопрос устойчивого будущего морей и океанов носит не только теоретический, но и глубоко прикладной характер. Военно-морская деятельность в современных условиях неразрывно связана с обеспечением техносферной безопасности и экологического суверенитета в морских акваториях. Это требует от современного офицера флота глубокого понимания физико-химических процессов, протекающих в водной среде, а также владения инновационными инструментами мониторинга и предотвращения экологических рисков. Проблема формирования устойчивого будущего океанов заключается в острой необходимости преодоления противоречия между интенсификацией морского судоходства, шельфовой добычи углеводородов и потребностью в сохранении регенеративного потенциала морской биоты.

Научная актуальность представленного исследования обусловлена необходимостью разработки новых методологических подходов к управлению морскими ресурсами на основе концепции «голубой экономики» и внедрения киберфизических систем контроля. В рамках данного введения мы постулируем, что устойчивость мирового океана является обязательным условием национальной безопасности любого прибрежного государства и залогом глобальной стабильности. Особый фокус на Каспийском регионе позволяет авторам детализировать общие закономерности на примере уникального замкнутого водоема, где экологическое благополучие напрямую зависит от консолидированных усилий международного сообщества и применения высоких технологий защиты морской среды. Целью данной работы является комплексный анализ путей достижения экологического баланса и технологического прогресса в интересах сохранения океанического наследия для будущих поколений.

### **Глобальная роль мирового океана в поддержании планетарного гомеостаза и критические вызовы антропоцентрической эпохи в контексте системной деградации биосферы**

Мировой океан представляет собой фундаментальную, безальтернативную и наиболее инерционную составляющую климатической системы Земли, выполняя

функцию колоссального теплового и углеродного буфера планетарного масштаба. В рамках термодинамического равновесия планеты океанические массы выступают в роли главного аккумулятора энергии, поглощая более девяноста процентов избыточного теплового потока, генерируемого в результате прогрессирующего усиления парникового эффекта и нарушения радиационного баланса атмосферы. Обладая колоссальной теплоемкостью, океан нивелирует резкие температурные флуктуации, обеспечивая стабильность климатических зон и функционирование глобального конвейера течений, ответственного за перераспределение энергии между экваториальными и полярными широтами. Одновременно с этим, морская среда является ключевым звеном в глобальном цикле углерода, абсорбируя около тридцати процентов всех антропогенных выбросов диоксида углерода, что до определенного момента позволяло сдерживать темпы глобального потепления, однако к настоящему времени привело к достижению опасных пределов насыщения поверхностных вод.

В современной научно-технической парадигме устойчивое будущее морей и океанов рассматривается не просто как локальный вопрос сохранения биологического разнообразия или защиты отдельных видов, а как стратегический и критический фактор выживания человеческой цивилизации в целом. Однако нарастающая с экспоненциальной скоростью интенсивность антропогенной хозяйственной деятельности приводит к глубокому нарушению естественных биогеохимических циклов и механизмов самоочищения водной толщи. Наблюдается масштабная деградация прибрежных экосистем, разрушение мангровых зарослей и коралловых рифов, которые выполняют роль естественных барьеров и питомников для морской фауны. Изменение фундаментального химического состава океанических вод, выражающееся в их прогрессирующем закислении и снижении концентрации растворенного кислорода, создает условия для глобальной дестабилизации гидросферы, что ставит под угрозу продовольственную и экологическую безопасность государств.

Для международного научного сообщества и специалистов военно-морского профиля, ответственных за мониторинг и охрану морских рубежей, решение задачи устойчивого развития океанических пространств требует немедленной разработки и полномасштабного внедрения конвергентных технологий. Данный подход подразумевает глубокую интеграцию фундаментальных биологических знаний с передовыми достижениями в области искусственного интеллекта, обработки больших данных и инновационного материаловедения. Проблема заключается в комплексном, системном и синергетическом характере современных угроз.

Так, процесс антропогенного закисления океана, обусловленный растворением избыточного углекислого газа и образованием угольной кислоты, приводит к снижению насыщенности воды карбонатом кальция. Это радикально подавляет способность морских организмов-кальцификаторов, включая планктонные формы и моллюсков, к формированию скелетных структур и раковин.

Подобный процесс подрывает фундамент всей трофической пирамиды, провоцируя каскадные эффекты, которые в конечном итоге ведут к коллапсу популяций высших хищников и промысловых видов рыб.

В рамках данной статьи авторы проводят глубокий междисциплинарный анализ механизмов деградации морских систем, акцентируя внимание на необходимости перехода от эксплуатационной модели использования ресурсов к научно-обоснованной стратегии рационального и безопасного природопользования. Предлагаемые пути выхода из экологического кризиса включают создание интеллектуальных зон морской охраны, внедрение систем прецизионного мониторинга состава воды с использованием спутниковых группировок и переход на замкнутые циклы производства в прибрежных кластерах. Океан более не может рассматриваться как неисчерпаемый резервуар для отходов человеческой деятельности; он требует активного управления и восстановления своих адаптивных способностей. Только через консолидацию усилий военно-морских ведомств, научных институтов и международных организаций возможно формирование устойчивого будущего, в котором мировой океан продолжит выполнять свою жизнеобеспечивающую функцию в структуре планетарного гомеостаза.

### **Системный анализ многофакторного химического и физического загрязнения морских акваторий: Механизмы деструкции и пути техносферной адаптации**

Одной из наиболее острых, глобально значимых и трудноконтролируемых проблем современности является экспоненциальный, не поддающийся в данный момент эффективному сдерживанию рост объемов загрязнения морской среды синтетическими пластиковыми полимерами и их производным — микропластиком. Научные фундаментальные исследования последних лет неоспоримо подтверждают, что микроскопические частицы полимеров, обладая высокой сорбционной способностью, не только адсорбируют на своей поверхности стойкие органические загрязнители и токсичные пестициды из окружающей водной толщи, но и беспрепятственно инфильтрируются в мягкие ткани и кровеносные системы морских гидробионтов всех трофических уровней. Это вызывает глубокие патологические изменения на клеточном и субклеточном уровнях, провоцируя окислительный стресс, нарушение гормонального фона и подавление репродуктивной функции организмов. Проникновение наночастиц пластика через гематоэнцефалический барьер морских млекопитающих и рыб создает долгосрочную угрозу для генетической целостности популяций, что в условиях замкнутых и полузамкнутых акваторий, таких как Каспийское море, приобретает характер экологического бедствия замедленного действия.

Наряду с физическим засорением макро- и микрообъектами, продолжается перманентная и интенсивная интоксикация мирового океана тяжелыми металлами, сырыми нефтепродуктами и избыточными биогенными элементами, в первую очередь соединениями азота и фосфора, поступающими в составе

массированного континентального и ливневого стока. Данный процесс провоцирует неконтролируемую и массовую эвтрофикацию прибрежных и шельфовых акваторий, выражающуюся в аномальном цветении токсичных цианобактерий и последующем поглощении растворенного в воде кислорода в процессе их разложения. Результатом становится формирование обширных гипоксических зон, так называемых «мертвых зон», в которых жизнь высших организмов невозможна. Это ведет к радикальной трансформации и упрощению видового состава ихтиофауны, вытеснению ценных промысловых видов менее требовательными к качеству среды организмами и полной деградации бентосных сообществ. Научный анализ динамики таких зон показывает их расширение в районах активной добычи углеводородов и интенсивного сельского хозяйства, что требует внедрения систем замкнутого водооборота и жесткого контроля за сточными водами на государственном уровне.

В рамках специализированных военно-морских и гидроакустических исследований особое, стратегическое внимание сегодня уделяется проблеме акустического загрязнения мирового океана, которое ранее недооценивалось научным сообществом. Техногенный низкочастотный шум, генерируемый работой главных двигателей и движителей крупнотоннажных торговых судов, активными импульсами гидролокаторов средней и высокой мощности, а также проведением пневматических взрывов при сейсморазведке полезных ископаемых, создает непрерывную шумовую завесу. Данный физический фактор деструктивно воздействует на естественные системы биокоммуникации, эхолокации и пространственной навигации китообразных, ластоногих и многих видов рыб, для которых звук является основным источником информации об окружающей среде. Акустический травматизм ведет к дезориентации животных, массовым выбросам китов на берег и разрушению социальной структуры популяций, что критически снижает их адаптационный потенциал в меняющемся мире.

Для современной военно-морской науки разработка инновационных малошумных винто-рулевых комплексов, применение звукопоглощающих покрытий и оптимизация маршрутов движения судов с учетом сезонных миграций морских животных становятся не только вопросом обеспечения тактической скрытности, но и важнейшим, неотъемлемым элементом защиты глобальной биосферы. Научно-обоснованный подход требует создания динамических трехмерных карт шумов акваторий и внедрения строгих международных регламентов на эксплуатацию активных акустических систем, особенно в районах с высокой плотностью морских обитателей и в пределах особо охраняемых природных территорий. Внедрение концепции «тихого океана» подразумевает использование альтернативных методов геофизических исследований и переход на электрические силовые установки, что позволит минимизировать антропогенный шум до уровней, не нарушающих естественный звуковой фон океана. Таким образом, борьба с физическим и химическим загрязнением превращается в комплексную инженерную и правовую задачу, решение которой является фундаментом устойчивого будущего всей планеты.

## **Киберфизические системы мониторинга и робототехнические комплексы в обеспечении экологической безопасности акваторий**

Обеспечение устойчивого будущего морей невозможно без перехода к концепции «цифрового океана», которая подразумевает создание глобальной сети прецизионного мониторинга. Ключевым звеном этой архитектуры являются автономные необитаемые подводные аппараты (АНПА) и надводные роботизированные платформы. Эти устройства, способные находиться в автономном плавании в течение многих месяцев, обеспечивают сбор данных о температуре, солености, прозрачности и химическом профиле воды на различных горизонтах глубин. Использование методов глубокого машинного обучения для обработки данных с этих аппаратов позволяет в реальном времени идентифицировать источники загрязнения, отслеживать миграции биоресурсов и прогнозировать развитие опасных природных явлений.

Дополнением к подводным системам выступает космический сегмент дистанционного зондирования Земли. Спутниковая интерферометрия и спектрометрия позволяют фиксировать аномалии уровня моря, температурные фронты и масштабы цветения водорослей на огромных площадях. Научный сотрудник, анализируя эти данные, создает прогностические модели, которые служат основой для принятия управленческих решений в области рыболовства, навигации и охраны морских границ. Интеграция спутниковых данных с данными локальных сенсоров формирует бесшовную информационную среду, обеспечивающую абсолютную прозрачность состояния морских экосистем.

### **Каспийский регион: Специфика замкнутой экосистемы и инновационные подходы к сохранению ресурсов**

Каспийское море, как уникальный замкнутый водоем, требует особого режима экологического менеджмента. Отсутствие прямой связи с мировым океаном делает его экосистему чрезвычайно чувствительной к накоплению загрязнений и колебаниям уровня воды. Для Туркменистана сохранение Каспия является вопросом обеспечения устойчивого социально-экономического развития прибрежных территорий. Научные исследования в этом регионе сфокусированы на мониторинге популяции каспийского тюленя и осетровых рыб как индикаторов общего здоровья экосистемы. Разработка и внедрение технологий «нулевого сброса» при добыче углеводородов на шельфе Каспия является обязательным условием для минимизации рисков техногенного воздействия.

Военно-морская школа Министерства обороны Туркменистана уделяет значительное внимание подготовке кадров, способных осуществлять экологический патруль и участвовать в ликвидации последствий возможных разливов нефти. Научный подход здесь объединяет использование данных аэрофотосъемки и математическое моделирование дрейфа пятен загрязнения под воздействием господствующих ветров и течений.

Создание трансграничных систем мониторинга в рамках сотрудничества прикаспийских государств является залогом предотвращения деградации этого уникального природного объекта.

## **Заключение**

Подводя итог масштабному анализу, можно утверждать, что устойчивое будущее морей и океанов зависит от способности человечества перейти к модели «голубой экономики», где экономический рост неразрывно связан с восстановлением здоровья океана. Это подразумевает декарбонизацию морского транспорта, внедрение принципов циркулярной экономики в портах и создание глобальной сети морских охраняемых территорий. Мы доказали, что только через системную интеграцию цифровых технологий, прецизионного мониторинга и строгой международной правовой ответственности можно обеспечить процветание морских экосистем.

Основной вывод работы заключается в том, что образовательный процесс в специализированных военно-морских учреждениях должен быть пронизан идеями экологической этики и технологического контроля. Подготовка курсантов как будущих офицеров и ученых, способных управлять сложными морскими системами в гармонии с природой, является залогом успешной реализации национальных стратегий развития. Океан — это общее достояние человечества, и его сохранение в первозданном виде для грядущих поколений остается высшей целью современной науки и морской практики.

## **Список литературы**

1. Атлас Мирового океана. Том 1. Термодинамика и гидрохимия. СПб.: ГУНиО МО РФ, 2005. 360 с.
2. Патин С. А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов континентального шельфа. М.: ВНИРО, 1997. 350 с.
3. Кондратьев К. Я. Глобальная экология и океан: спутниковое дистанционное зондирование. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 272 с.
4. Costanza R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital // *Nature*. 1997. Vol. 387. P. 253–260.
5. Halpern B. S. et al. A global map of human impact on marine ecosystems // *Science*. 2008. Vol. 319. P. 948–952.
6. Hoegh-Guldberg O. et al. The Ocean as a Solution to Climate Change: Five Opportunities for Action. Washington: World Resources Institute, 2019. 120 p.
7. Jackson J. B. C. et al. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems // *Science*. 2001. Vol. 293. P. 629–637.
8. Koehler A. Microplastics in the marine environment // *Environmental Science: Processes & Impacts*. 2015. Vol. 17. P. 1568–1580.
9. Laffoley D. et al. Ocean deoxygenation: Everyone's problem // IUCN. 2019. 562 p.