

# НАУКА ЗА РУБЕЖОМ

Декабрь, 2016 (№ 56)

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ  
ЭКОНОМИКИ ОКЕАНА



**Наука за рубежом**

№ 56, декабрь 2016

Ежемесячное аналитическое обозрение

Издается с 2011 г., индексируется в РИНЦ

Электронное издание:

[www.issras.ru/global\\_science\\_review](http://www.issras.ru/global_science_review)

**Редакционная коллегия:**

Л. К. Пипия (руководитель проекта), В. С. Дорогокупец,

О. Е. Осипова, Н. В. Шашкова, В. А. Хохлова

**Рубрики «Социальные и экономические науки и статистика», «Экология и рациональное природопользование»**

Авторы выпуска: **Л. К. Пипия, В. С. Дорогокупец**

Перевод: **В. С. Дорогокупец**

Выпускающее подразделение: **Сектор анализа зарубежной науки**

Редактор О. Е. Осипова

Компьютерная верстка: Н. В. Шашкова

Художник А. Н. Горностаева

Размещение в сети Интернет: К. В. Никитин

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. Общая структура экономики океана .....	4
2. Глобальные тренды .....	10
3. Изменение океанической среды .....	19
4. Наука и технологии для развития экономики океана .....	29
5. Правовое регулирование экономики океана .....	36
6. Прогноз развития экономики океана до 2030 г. ....	38
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b> .....	<b>40</b>
Рис. 1. Концепция экономики океана .....	40
Рис. 2. ВДС по отраслям, входящим в экономику океана: 2010 .....	40
Рис. 3. Занятость в отраслях экономики океана: 2010 .....	41
Рис. 4. Показатели ВДС в экономике океана к 2030 г.: базисный сценарий .....	41
Табл. 1. Традиционные и развивающиеся отрасли промышленности, связанные с океаном .....	42
Табл. 2. Прогноз роста ВДС и занятости населения на 2010–2030 гг. ....	43

*Экономика океана по праву может считаться одним из основных факторов будущего благосостояния и процветания человечества. Океан является основным источником продовольствия и энергии для сотни миллионов человек. Кроме того, состояние океана непосредственно влияет на их здоровье. Океан – это одно из основных звеньев транспортной цепи, источник минералов и прекрасное подспорье при организации досуга.*

*Сегодня на наших глазах экономика океана в глобальном масштабе претерпевает радикальные изменения. В течение многих веков считалось, что основной, если не сказать единственной, экономической деятельностью в океане были судоходство и рыболовство. С 1960-х гг. различные отрасли экономики океана развиваются ускоренными темпами: осваиваются морские месторождения нефти и газа, возникают новые виды деятельности, что в совокупности не может не сказаться на диверсификации традиционных морских отраслей. Кроме того, новый взгляд на экономику океана обусловлен стремительным ростом населения, истощением природных ресурсов, изменением климата и инвазивным влиянием новейших технологий. Последние продвигаются семимильными шагами, не в последнюю очередь из-за повышенного внимания, уделяемого некоторым отраслям экономики океана: ветровой, приливной и волновой энергетике, нефтегазовой разведке и добыче на глубоководном шельфе, рыболовству в нейтральных водах, добыче полезных ископаемых.*

*Вся эта деятельность сопряжена с тяжелыми условиями работы и рядом серьезных рисков, которые нередко усугубляются суровым климатом. В частности, наиболее остро стоят проблемы, связанные со здоровьем океанического пространства, а именно: чрезмерная эксплуатация морских ресурсов, загрязнение окружающей среды, повышение температуры и уровня воды в океане, ее окисление и потеря биоразнообразия. Нерациональное использование океана и его ресурсов ставит под угрозу саму основу, на которую опирается благосостояние мира и его экономическое благополучие. Следовательно, реализуя потенциал экономики океана, необходимо более ответственно и осознанно подходить к ее развитию.*

## **1. Общая структура экономики океана**

Отрасли экономики океана не развиваются в изоляции друг от друга или от океанической среды, частью которой они являются. Наоборот, они тесно переплетаются с другими видами деятельности, а способов их взаимодействия – несметное множество. Однако до тех пор, пока морские отрасли промышленности и эксплуатация морских ресурсов воспринимают-

ся как отдельные, невзаимосвязанные виды деятельности, их устойчивое развитие и сбалансированное управление будут подвержены определенным рискам и ограничены в своей эффективности. Организация экономического развития и сотрудничества (ОЭСР) подготовила доклад, в котором реализован системный подход к анализу и прогнозированию экономики, складывающейся из видов деятельности, связанной с использованием океана и развитием прибрежных территорий [1].

Следует сразу отметить, что общепринятого универсального определения понятия «экономика океана» на сегодняшний день не существует. Например, специалисты Европейской комиссии определяют морскую экономику как совокупность всех отраслевых и межотраслевых экономических видов деятельности, связанных с океанами, морями и их побережьями. Она включает в себя косвенно или опосредованно влияющие на функционирование этих секторов экономики мероприятия, которые могут проводиться в любой географической точке, в том числе и в странах, не имеющих выхода к морю.

Аналогичное определение предложено и другими экспертами после изучения существующих в мире различных определений и представлений об экономике океана, например: «Экономика океана – это совокупность видов хозяйственной деятельности, которая происходит в океане, получает продукцию благодаря океану, предоставляет товары или услуги с помощью океана. Другими словами, экономику океана можно определить как экономическую деятельность, которая напрямую или опосредованно происходит в океане, использует ресурсы океана, а товары и услуги непосредственно связаны с океаном» [2].

Тем не менее любое определение экономики океана будет неполным, если оно не охватывает не поддающиеся количественной оценке природные запасы и нерыночные товары и услуги. Иначе говоря, экономика океана может быть определена как совокупность хозяйственной деятельности, проводимой в океане, промышленности, товаров и услуг, связанных с морскими экосистемами.

Синоптическое пояснение данной концепции представлено на рис 1. Отрасли промышленности, связанные с океаном, можно разделить на то-

варные потоки и услуги и физический капитал промышленности. Морские экосистемы можно рассматривать, в свою очередь, как природный капитал и нерыночные потоки и услуги. Довольно часто морские экосистемы выступают в роли промежуточных ресурсов, необходимых для морских отраслей. Примером тому могут служить коралловые рифы. Они предоставляют убежище и среду обитания для рыбопитомников, являются уникальными генетическими ресурсами и одновременно с этим служат важным объектом морского туризма. Точно так же происходит обратное влияние: отрасли, связанные с океаном, влияют на состояние морских экосистем, например если речь идет о загрязнении водной акватории судами или в результате утечки нефти.

Следует подчеркнуть, что наряду с товарными потоками и услугами и физическим капиталом, действующими в рамках экономики океана, существуют и морские экосистемы. В них традиционно входят океаны, солончаки и литоральные зоны, эстуарии и лагуны, мангровые заросли и коралловые рифы, а также толща воды, в том числе и морское дно, и каждый из перечисленных выше сегментов представляет особую важность для отраслей, чьи корни, метафорически выражаясь, уходят в океан. Определить ценность морских экосистем задача трудная, требующая комплексного подхода, однако научно-исследовательские работы в данной области в последние годы достигли значительных результатов.

Не так давно возникло новое научное направление, которое сразу привлекло к себе значительный интерес, и не только со стороны научного сообщества, – экологический учет (*ecological accounting*). Экологический учет занимается измерением и сведением в единое целое количественных показателей экосистемных ресурсов и услуг.

Примечательно, что отраслевая структура экономики океана существенно различается по странам. Число отраслевых направлений варьируется, и количественный диапазон может быть как узким, так и весьма обширным. Например, в США отраслей, связанных с морем, – 6, а в Японии – 33. Некоторые отрасли могут быть исключены из экономики океана в одной стране, но присутствовать в другой, находящейся по соседству. Кроме того, существуют значительные расхождения между странами в понимании применяемых классификаций и категорий. На сегодняшний день,

к сожалению, не существует согласованных на международном уровне определений и статистической терминологии, применимой в сфере экономики океана.

Виды деятельности, связанные с океаном, представлены в табл. 1, в которой отражены как уже существующие, так и новые, динамично развивающиеся отрасли. Следует сразу оговориться: поскольку некоторые виды деятельности взаимосвязаны и взаимозависимы, невозможно вычленишь из общего лишь отдельные части, не затрагивая при этом остальные.

Среди уже существующих – традиционных – отраслей отметим следующие:

- рыбный промысел – экономическая деятельность, связанная с рыболовством;
- переработка морепродуктов – переработка и продажа морепродуктов, в том числе водорослей. Эта отрасль включает обработку и хранение рыбы, ракообразных и моллюсков, производство рыбной муки, используемой в качестве корма для животных, а также переработку водорослей;
- разработка месторождений нефти и газа в прибрежных водах – разведка и добыча нефти и природного газа на мелководье, в том числе эксплуатация и техническое обслуживание оборудования, а также геологоразведочная деятельность, связанная с направлением отрасли;
- морские перевозки – перевозка и обработка грузов, транспортные услуги пассажирам, аренда и лизинг водных транспортных средств и оборудования, а также другие услуги в области судоходства и водного транспорта;
- порты – управление портами и соответствующая деятельность, такая как хранение грузов и погрузочно-разгрузочные работы;
- судостроение и ремонт – производство, ремонт и техническое обслуживание судов, морских платформ и иных видов морского транспорта. Морские платформы необходимы для разведки и разработки нефти и газа в океане, и кроме того, они выполняют функцию плавучих складов и причалов для разгрузки судов;
- производство и строительство – отрасль, которая производит товары для нескольких секторов. Она включает в себя производство судового оборудования и материалов, таких как машинное оборудование, клапаны, кабели и датчики, доставку материалов, поставки оборудования для аква-

культуры и т. д. Морское строительство связано со строительными работами в океане (прокладка кабелей и трубопроводов по морскому дну) и инженерными работами, имеющими непосредственное отношение к морю, например строительство и развитие портов;

– морской и прибрежный туризм, в том числе круизные маршруты, – все виды услуг, напрямую связанные с океаном, туризмом и организацией досуга, например морские виды спорта, любительская рыбалка, аквариумы, экскурсии для ознакомления с подводными ландшафтами и т. д., рестораны, отели и кемпинги, расположенные на побережье. В последние годы набирают популярность новые формы и направления морского туризма, такие как круизное судоходство в Арктике и Антарктике;

– морские бизнес-услуги – услуги, которые поддерживают отрасли промышленности, имеющие непосредственное отношение к океану: морское страхование и финансирование, морской консалтинг, аренда, техническое обслуживание, осмотр и обследование, услуги по подбору персонала и т. д.;

– морские научные исследования и разработки и образование – деятельность в области исследований и разработок, образования и обучения. Хотя образовательный цикл и научные исследования и разработки в плане целеполагания и сроков исполнения отличаются друг от друга, они объединены в один сектор, поскольку научная и учебная деятельность осуществляется в целом в одних и тех же организациях – университетах и научно-исследовательских институтах;

– защита от наводнений – строительство и дополнительные мероприятия, направленные на защиту и укрепление берегов от наводнений и эрозии в связи с изменением уровня воды в море. Этот вид деятельности напрямую не связан с океаном и не относится к морской промышленности, поэтому часто исключается из сферы экономики океана.

К относительно новым, динамично развивающимся отраслям относят, как правило, следующие:

– морская аквакультура – выращивание и разведение водных организмов в искусственных или природных водоемах;

– разработка месторождений и добыча нефти и газа на глубоководном шельфе – разведка и добыча нефти и природного газа, включая эксплуатацию и обслуживание оборудования, а также геологоразведочные услуги, связанные с этой деятельностью;



– шельфовая ветроэнергетика – генерирование электроэнергии ветроэнергетическими установками в море. Строительством ветряных парков и электростанций в морских водах занимаются судостроительные компании;

– регенеративная энергия Мирового океана – производство возобновляемой энергии, такой как приливная энергия, энергия волн, осмотическая энергия океана, и преобразование тепловой энергии океана;

– глубоководная добыча ископаемых – производство, добыча и переработка неорганических ресурсов морского дна и морской воды. К этой отрасли относится добыча полезных ископаемых и металлов со дна моря (в глубоком море), алмазов (в устьях), нерудных строительных материалов (известняка, песка и гравия) и экстракция полезных ископаемых, растворенных в морской воде;

– безопасность и контроль окружающей среды – деятельность, связанная с продуктами и услугами в различных морских доменах, например выявление загрязнений и контроль над рыбным промыслом, поисково-спасательные работы, таможенные услуги, береговая охрана, осуществляемая государственными, общественными или частными организациями;

– морские биотехнологии – экономическая активность, связанная с применением науки и технологий для обеспечения жизнедеятельности морских организмов, а также для их использования с целью решения технологических задач;

– высокотехнологичная морская продукция и услуги – включают в себя различные области, такие как передовые измерительные технологии, коммуникации, управление данными и информатика, морская робототехника и искусственный интеллект. Эти технологии осуществляют вспомогательную функцию для целого ряда отраслей, связанных с экономикой океана, в частности для нефте- и газодобычи, транспортировки и судоходства, рыбного промысла и аквакультуры, прибрежного туризма и безопасности. Более того, они лежат в основе развития формирующихся отраслей: морской возобновляемой энергии, экологического мониторинга морской среды и ресурсов управления;

– прочие отрасли – в эту категорию входят такие виды экономической деятельности, как, например, опреснение морской воды для нужд сельского хозяйства, орошения, а также бытового и коммерческого использования.

## 2. Глобальные тренды

Развитие экономики океана в долгосрочной перспективе зависит от широкого спектра глобальных тенденций и макрофакторов. Можно предположить, что наиболее важные тенденции, а также прилагаемые усилия будут связаны с ростом, структурой и расселением населения мира, с глобальными экономическими событиями, например такими, как рост доходов населения и международная торговля, с последствиями изменения климата и достижениями в области науки, технологий и инноваций. Наряду с этим важную роль играют геополитические факторы и система управления (*governance*). Рассмотрим некоторые наиболее важные тренды в развитии экономики океана.

### *Население мира*

Согласно среднесрочным прогнозам ООН 2015 г., население мира увеличится более чем на 1 млрд человек в ближайшие 15 лет, достигнув к 2030 г. отметки 8,5 млрд. К 2050 г. численность населения возрастет еще на 1 млрд человек и приблизится к 9,7 млрд.

Более половины населения земного шара сегодня живет в городах. К середине XXI в. городское население удвоится и составит почти 6,5 млрд человек, т. е. 66% всего населения мира будет проживать на урбанизированных территориях. Рост городского населения происходит на планете неравномерно, в основном за счет городов в развивающихся регионах мира, 90% которых находятся в Азии и Африке. В то же время, согласно имеющимся прогнозам, численность урбанизированного населения в странах с высоким уровнем дохода останется практически неизменной в течение следующих двух десятилетий.

Большинство мировых мегаполисов (13 из 20 самых густонаселенных городов, по данным на 2005 г.) расположены на побережьях. Концентрация населения мира происходит в портовых городах, и этот феномен исключительно важен для глобальной экономики. Однако если развернуть медаль обратной стороной, то увиденное окажется менее радужным. Рост численности населения в прибрежных районах создает давление на литоральные экосистемы и природные ресурсы ввиду их чрезмерной эксплуатации и загрязнения. Наметившаяся тенденция миграции населения

к морским берегам неукоснительно растет. Атлас ООН 2010 г. свидетельствует о том, что сегодня почти каждый третий человек на планете живет в пределах 100 км от моря, а 44% мирового населения (это больше, чем все население мира в 1950 г.) в настоящее время живет в 150 км от бережья.

Приходится констатировать еще один неутешительный факт: население Земли стареет. За последние несколько десятилетий доля населения старше 65 лет в странах ОЭСР заметно увеличилась. В 1960 г. лишь 9% населения этих стран было старше 65 лет, а к 2010 г. его доля выросла до 15%. Есть все основания предполагать, что эта тенденция сохранится и в будущем. Таким образом, к 2050 г. в странах ОЭСР удельный вес населения в возрасте 65 лет и старше достигнет 26% от общей численности.

Рост численности населения, урбанизация и концентрация жителей в прибрежных районах (многие пожилые люди предпочитают переселиться поближе к морю) – факторы, в совокупности создающие дополнительную нагрузку на здоровье океана и состояние природных ресурсов. Растущее загрязнение океана, обусловленное сбросом сточных вод, удобрений, отходов сельскохозяйственной деятельности, утилизацией пластиковых отходов, усилением эксплуатации морских ресурсов и т. д., усиленными темпами ведут к необратимым негативным последствиям. С другой стороны, те же самые факторы влияют на рост экономики океана, стимулируя ее и задавая векторы развития. Увеличение численности населения неизбежно повлечет за собой спрос на рыбу, моллюски и другие морепродукты. В качестве потребителей они будут стимулировать морской фрахт и пассажирские перевозки, судостроение и совершенствование морского оборудования, а также разведку морских нефтяных и газовых запасов. Феномен старения населения мотивирует медицинские и фармацевтические сообщества мира ускорить выпуск новых лекарственных препаратов и применение новых методов лечения, основанных на морских биотехнологических исследованиях.

#### *Взаимодействие океана и климата*

Согласно оценке экспертов, «влияние человека на климатическую систему очевидно, а современные антропогенные выбросы парниковых газов являются самыми большими в истории. Потепление климатической

системы представляет собой неоспоримый факт, и начиная с 1950-х гг. многие наблюдаемые изменения являются беспрецедентными в масштабах от десятилетий до тысячелетий. Произошло потепление атмосферы и океана, запасы снега и льда сократились, а уровень моря повысился» [3]. Выводы напрашиваются сами собой. Если не пересмотреть стратегию в целом и не устранить серьезный экономический регресс, то выбросы парниковых газов, согласно прогнозам, до 2050 г. продолжают расти. Выбросы, обусловленные энергетической и промышленной активностью, возрастут более чем вдвое по сравнению с уровнем 1990 г.

Приходится признать, что на сегодняшний день существует огромное количество мало изученных или вовсе не изученных явлений, объясняющих взаимодействие океана и климата. К сожалению, научное сообщество не может прийти на помощь, поскольку ясности в понимании многих феноменов нет, а следовательно, трудно оценить их экономические последствия. Однако при недостаточной изученности вопроса можно с уверенностью прогнозировать, что взаимосвязь между климатом и океаном напрямую отразится на экономике океана. Воздействие на экосистемы океана скажется на биоразнообразии и состоянии морской среды обитания, на изменении состава рыбных запасов и на модели миграции рыб и млекопитающих, на частоту суровых погодных явлений в океане. Побочные явления нефте- и газодобычи на открытом шельфе продолжают сказываться не только на рыбном промысле, аквакультуре и биоразведке, осуществляемой для медицинских и промышленных целей, но и на деятельности судоходных компаний, морском туризме, а также на жизнедеятельности населенных пунктов, расположенных в прибрежных районах.

#### *Мировая экономика*

Согласно прогнозам ОЭСР, мировой ВВП в период 2010–2060 гг. будет расти лишь на 3% в год, т. е. темпы роста снизятся по сравнению с периодом 1996–2010 гг., когда среднегодовой прирост ВВП был равен 3,4%. Страны с формирующейся рыночной экономикой, предположительно, добьются более устойчивых показателей, чем страны ОЭСР за 50-летний период. Результатом станет серьезный сдвиг экономического центра тяжести от стран ОЭСР к странам с формирующейся экономикой, особенно Азии. Доля стран, имеющих партнерские отношения с ОЭСР, в мировом ВВП увеличится с 45% в 2012 г. до почти 70% в 2060 г.

Со временем экономический рост в странах с развивающейся экономикой резко снизится из-за сложившейся там неблагоприятной демографической ситуации и замедления темпов роста производительности труда. Старение населения приведет к сокращению потенциальной рабочей силы, которая лишь частично компенсируется увеличением доли занятых в общей численности соответствующей половозрастной группы и уровнем занятости.

По разным оценкам, средний класс во всем мире сейчас составляет около миллиарда человек. В зависимости от заданных границ среднего класса его численность в мировом масштабе будет варьироваться от 2 до 5 млрд человек уже к 2030 г. Данная тенденция сохранится до 2050 г. Исследования, как правило, показывают, что Индия и Китай – это страны, способные обеспечить наибольший рост среднего класса.

Согласно последним прогнозам, глобальные грузовые перевозки к 2050 г. вырастут на 330–380%. Поскольку около 90% объема международных перевозок осуществляется по морю, то управление морскими перевозками и порты окажутся в центре внимания. Вследствие этого объемы портов к середине XXI в. увеличатся почти в четыре раза. Вместе с тем снижение государственного финансирования, спад продуктивности и ухудшение климата послужат причиной замедления глобального роста доходов.

Такие факторы, как доля мирового производства, которая приходится на Китай, Индию и Индонезию (почти 40% к 2030 г. и 50% к 2050 г.), и одновременное увеличение доходов и благосостояния, особенно в странах с развивающейся экономикой, станут залогом неминуемого сдвига в структуре торговли на восток. Последствия для экономики океана будут огромными. Судостроительные и судоходные компании уже занимаются оценкой гипотетически возможных изменений на рынках, обусловленных маршрутами и типами грузов, а также расчетом потребности в торговых судах.

В создавшихся условиях рост среднего класса в странах с развивающейся экономикой будет выступать мощным стимулирующим фактором, что повлечет за собой существенные изменения в потребительской модели. Например, повысится спрос на морской туризм, особенно на круизные

туры, изменятся пищевые привычки: предпочтение будет отдаваться более качественной рыбе и морепродуктам.

### *Энергетика*

Задача снизить потребление энергии, получаемой из ископаемых видов топлива, является чрезвычайно сложной. В глобальном масштабе в настоящее время доминируют ископаемые виды топлива, и подобная тенденция, предположительно, сохранится еще в течение многих лет. Это происходит не только потому, что значительная переориентация мировой энергетической системы потребует времени, но и потому, что запасы ископаемого топлива огромны. Доказательно обосновано, что запасы нефти оцениваются примерно в 1700 млрд баррелей, т. е. если сохранять текущую скорость добычи, то ее хватит еще на 54 года. Аналогично резервов природного газа хватит – при нынешних темпах добычи – еще на 61 год. Запасы угля превышают запасы нефти и газа вместе взятые.

Океану отводится ключевая роль в переходе к более рациональной с точки зрения экологии энергетической системе. На сегодняшний день ветроэнергетика способна генерировать мощность свыше 7 ГВт, и, по прогнозам, к 2020 г. ее потенциал вырастет до 40–60 ГВт, при этом рост сохранится до 2050 г. В настоящее время использование силы океана (волновая, приливная, термальная энергии, а также энергия, получаемая из градиента солености) еще не достигло уровня, удовлетворяющего промышленные нужды. Однако на ее потенциальные возможности в долгосрочной перспективе возлагаются большие надежды. Участники Конференции по климату в Париже в 2015 г. подчеркивали, что будущие инвестиции в использование энергии морского ветра и океана будут иметь значительный экономический и экологический эффект.

Морские месторождения нефти и газа продолжают играть связующую роль в переходе к построению экологичной энергетической системы. Около 37% разведанных запасов нефти, предположительно, содержится на шельфе, при этом около трети из них – в глубоководных месторождениях. Внедрение новых технологий, возможно, будет способствовать переоценке имеющихся на сегодняшний день данных о ресурсах, и не исключено, что их окажется гораздо больше.

В зависимости от будущих затрат на разработку (а также по сравнению с наземной добычей) и от цен на углеводороды и иных условий, добыча на шельфе должна обеспечить около 30% мирового производства углеводородов. Общая добыча нефти на шельфе растет относительно медленно, приблизительно с 25 млн бнэ/сут. (баррелей нефтяного эквивалента в сутки) в 2014 г. до 28 млн бнэ/сут. в 2040 г. В то же время для добычи газа на шельфе будет характерен более интенсивный рост за тот же период – с более чем 17 млн бнэ/сут. в 2014 г. до 27 млн бнэ/сут. в 2040 г.

Стабильно высокие цены на нефть и газ являются важной составляющей для дальнейшего развития использования ветровой энергии и энергии океана – возобновляемых источников энергии, равно как и для развития аквакультуры на основе биотоплива. Тем не менее в ближайшее время ветроэнергетика будет продолжать формироваться в основном за счет государственных субсидий, и по мере наращивания мощностей будут снижаться производственные и эксплуатационные расходы. Как следствие, ветроэнергетика океана должна стать менее зависимой от колебаний рынков нефти и газа. Следует признать, что в среднесрочной перспективе мировой рынок энергии, получаемой за счет океана, не претерпит значительных изменений, однако в долгосрочной перспективе Мировой океан, вероятно, сможет раскрыть свой огромный потенциал.

#### *Металлы и минералы*

За последние 30 лет мировая добыча металлов и полезных ископаемых (включая ископаемое топливо) выросла с 40 млрд т в 1980 г. до 70 млрд т в 2008 г., т. е. ежегодный рост составил более 2%. Принимая во внимание рост численности населения и благосостояния, логично предположить, что добыча в течение ближайших двух-трех десятилетий будет увеличиваться и к 2030 г. достигнет 100 млрд т.

Несмотря на ожидаемый рост спроса на руду и полезные ископаемые в ближайшие годы и связанные с этим опасения по поводу снижения качества добываемых руд, остается по-прежнему неясным, как скоро будет осуществляться их добыча на глубоководном шельфе в промышленных масштабах. Существует ряд объективных факторов, которые отчасти объясняют возникшую неопределенность в данном вопросе и ставят под сомнение необходимость разработки новых глубоководных месторождений.

Вот лишь некоторые из них: во-первых, существует немало альтернативных наземных месторождений, а во-вторых, добыча руды на глубоководном шельфе сопряжена с неблагоприятными экономическими и экологическими условиями.

Как отмечалось выше, судоходство и судостроение значительно выиграют от ожидаемого роста и продолжающейся индустриализации мировой экономики в ближайшие годы. Спрос на железную руду, бокситы/глинозем, фосфоритные породы, а также уголь и зерно выведет морскую торговлю в пятерку лидеров среди интенсивно развивающихся отраслей.

### *Продовольствие*

Продовольственная безопасность касается прежде всего развивающихся стран. Количество недоедающих людей на планете в настоящее время составляет чуть меньше 800 млн человек: две трети из них проживает в Азии, почти 30% – в Африке. И хотя общая численность голодающих в мире за последние два десятилетия снизилась, сохраняются обширные районы, в которых население продолжает страдать от недоедания, особенно в наименее развитых странах.

К сожалению, наблюдаемые сегодня общие тенденции не предполагают радужных перспектив.

- Во-первых, численность населения, вероятно, увеличится к 2050 г. на 2 млрд человек, причем большая часть ожидаемого роста произойдет за счет развивающихся стран и городов. Это непременно усилит нагрузку на мировые продовольственные и сельскохозяйственные системы. Предположительно, в течение прогнозируемого периода объемы продовольственных запасов вырастут на 60% по сравнению с 2005–2007 гг.

- Во-вторых, в ближайшие годы произойдут изменения в режиме питания, в частности увеличится спрос на дорогостоящий животный белок, включая рыбу и другие морепродукты.

- В-третьих, наблюдается жесткая конкуренция между продовольственными и непродовольственными культурами, не в последнюю очередь из-за производства биотоплива.

- В-четвертых, глобальные запасы продовольствия находятся под угрозой ввиду чрезмерной эксплуатации ресурсов. Показателен пример рыбных запасов. Несмотря на реализацию программ восстановления рыбных



ресурсов, из-за неразумного природопользования исчезли некоторые виды рыб.

Растущая численность населения увеличивает спрос на продовольствие, и в этой связи океану отводится важная роль. Он призван дополнять рацион питания жителей Земли наравне с сельскохозяйственной продукцией. Согласно данным Всемирного банка, рыба уже составляет 16% от всех потребляемых в мире белков животного происхождения, и эта доля, вероятно, будет увеличиваться. Ответом на растущий спрос станет более высокая стоимость морепродуктов и увеличение производства. Однако океанические ресурсы ежедневно подвергаются негативному воздействию со стороны сельскохозяйственной деятельности: в моря попадают вымытые из почвы химические удобрения и сельскохозяйственные отходы, которые наносят порой непоправимый ущерб среде обитания морских организмов, в результате чего снижаются запасы рыбы, моллюсков и водорослей.

Растущий глобальный спрос на продовольствие выгоден прежде всего судоходной отрасли, на которую будет возлагаться задача по транспортировке сельскохозяйственной продукции как в виде сыпучих, так и жидких грузов.

#### *Технологическое развитие*

Технологические инновации играют решающую роль не только в решении многих проблем, описанных выше, но и в некотором роде позволяют сформировать представление о будущем в целом. Абсолютно все сектора экономики океана испытывают влияние новых технологических разработок. Например, торговое судоходство практически стоит на пороге новой эры, в которой на первый план выйдут автономные суда, новые виды топлива, а также электронные системы навигации. Специалисты в области судостроения и рыбного промысла в странах с развитой экономикой тоже обращают внимание на виды деятельности, которые ранее находились на аутсорсинге, например автоматическую клепку/сварку и филетирование рыбы, отмечая при этом снижение производственных затрат. В сфере нефте- и газодобычи компании рассматривают возможность возложить на робототехнику задачи по изучению морского дна и проведению подводных работ. Отрасль морской аквакультуры, базирующаяся на достиже-

ниях биотехнологии, нацелена на улучшение здоровья популяций рыб и снижение зависимости продовольственного сектора от промысла рыбы в открытой воде. Возобновляемая энергетика океана все шире использует достижения в области создания новых материалов и датчиков. Рыбный промысел, безопасность на море и наблюдение за океаном во многом развиваются благодаря успехам в области спутниковых технологий (средства связи, дистанционное зондирование, навигация). Наконец, круизный туризм весьма активно использует цифровые бортовые приборы для обеспечения максимального комфорта и безопасности пассажиров.

### *Геополитические риски*

На мировую геополитическую сцену поочередно, но весьма решительно выходят новые национальные и региональные игроки. Особенность этого явления заключается в том, что к актерскому составу в лице государств-гегемонов присоединяется широкий круг негосударственных участников, начиная с корпораций и общественных объединений и заканчивая мегаполисами, фондами и террористическими организациями. Мультиполярная структура экономических сил создает ряд проблем, связанных с управлением и сотрудничеством в мировом масштабе. Международные институты, такие как ООН, МВФ и ВБ, прилагают все усилия, чтобы справиться с нарастающими трудностями. Эксперты признают, что задача эта непростая из-за расслоения власти на всех уровнях, увеличения числа сторон, придерживающихся разных точек зрения, с которыми тем не менее необходимо считаться и находить компромиссы. Управление морскими ресурсами и океаническими территориями также является дискуссионной темой, по которой не найдено общей точки зрения.

Наиболее серьезные геополитические риски для экономики океана связаны с напряженной международной обстановкой, конфликтами (межгосударственными и внутригосударственными) и терроризмом. Нередко в ходе конфликтов между странами вопросы экологии и здоровья океана отодвигаются на второй план. Ярким тому подтверждением может служить ситуация, сложившаяся в Южно-Китайском море. Вооруженные конфликты создают серьезную угрозу загрязнения океана. К сожалению, ситуация, при которой самые важные мировые маршруты нефтяных танкеров проходят через зоны волнений или страны, где ведутся гражданские войны, типична для сегодняшнего времени. Среди прочих особую тревогу

вызывает пиратство и угроза со стороны террористических группировок (захват судов, нарушение физической или информационной безопасности судов и экипажей).

### **3. Изменение океанической среды**

Морские экосистемы и биологическое разнообразие морской среды имеют основополагающее значение для благополучия человека. Среди наиболее важных факторов, непосредственно влияющих на жизнь людей, – регулирование содержания углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в атмосфере, выделение кислорода, гидротермальные процессы, гидрологический цикл и т. д. Океаны, например, поглощают треть выделяемого на планете углекислого газа. Однако антропогенные выбросы углерода в результате сжигания ископаемого топлива и вырубка лесов пагубно сказываются на состоянии океана. Со времен промышленной революции содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере возросло с 278 до 400 промилле, в результате чего окисление морской воды происходит беспрецедентными темпами (в десять раз быстрее, чем за последние 55 млн лет).

#### *Температурные изменения*

За период с 1971 по 2010 г. каждые десять лет температура воды в океане поднималась более чем на  $0,1^\circ\text{C}$  в верхнем слое (75 м) и на  $0,015^\circ\text{C}$  – на глубине 700 м (с учетом региональных, сезонных и межсезонных изменений). Особенно ярко выраженные тенденции к потеплению обнаружили в высоких широтах, т. е. близких к полюсам. Глобальная разница температуры воды на поверхности океана и 200-метровой глубине выросла в среднем на  $0,25^\circ\text{C}$ .

Увеличение объема воды в Мировом океане вследствие потепления его верхнего слоя в XX в. вызвало серьезнейшее беспокойство. Полученные в начале 1993 г. спутниковые измерения показали, что глобальный уровень воды повышается на 3,2 мм/год. Это почти вдвое превышает средний темп роста за весь XX в.

Вследствие потепления многие виды, в том числе и различные беспозвоночные, промысловые рыбы и морские млекопитающие, мигрировали в регионы, где температура такая же, как и в их естественной среде

обитания. Подобный феномен может пагубно отразиться на экосистемах, вызвав их необратимые изменения, в том числе привести к вымиранию некоторых видов. К середине XXI в., предположительно, биоразнообразие увеличится в средних и высоких широтах и уменьшится в тропиках преимущественно за счет региональных миграций и последующей за ними генетической адаптации. По мере потепления воды в океане подобного рода изменения неизбежны.

Повышение температуры воды может повлиять на стратификацию океанической поверхности, что, в свою очередь, скажется на наличии питательных веществ и первичной продуктивности за счет сокращения биологически важных смешанных зон. Однако эти процессы во многом зависят от региона. Стратификация океана способна минимизировать транспортировку богатых кислородом поверхностных вод в более глубокие слои и сократить количество кислорода, который влияет на доступность питательных веществ, в средних слоях. Некоторые наблюдения показывают, что годовая первичная продуктивность может снизиться в низких широтах, в северной части Тихого океана и в антарктических водах, в то время как другие исследования позволяют прогнозировать увеличение первичной продуктивности в Северной Атлантике и Арктике.

Повышение уровня воды в Мировом океане является серьезной проблемой, особенно в прибрежных районах, где проживает большая и, как уже упоминалось, активно растущая часть населения. Вода может затопить низменные районы, прибрежные болота и водные угодья, вызвать эрозию пляжей, спровоцировать наводнения и повысить соленость рек, заливов и водоносных пластов. Повышение уровня моря опасно для прибрежных районов еще и потому, что связанная с ним активизация тропических штормов нанесет тяжелый экономический ущерб регионам. Повышение уровня Мирового океана негативно скажется и на аквакультуре. Увеличение солености воды в эстуариях – основных местах разведения рыб и морепродуктов – и потепление воды способны спровоцировать рост инфекционных заболеваний, особенно устриц и морских ушек.

Стоит упомянуть и положительный аспект, связанный с потеплением воды в океане. Сокращение объемов арктических льдов будет способствовать развитию новых торговых путей, например Северо-Западного

прохода. Не исключено, что станет возможным и экономически жизнеспособным трансарктическое судоходство, откроются новые площади для разведки нефтегазовых месторождений и появятся новые туристические маршруты.

### *Окисление морской воды*

Повышение уровня  $\text{CO}_2$  в атмосфере привело к росту его концентрации в приповерхностных слоях воды за счет постоянного газообмена между атмосферой и океаном. Поглощение  $\text{CO}_2$  океаном увеличивает парциальное давление двуокиси углерода ( $p\text{CO}_2$ ) и растворяет неорганический углерод. Этот процесс провоцирует снижение pH, уменьшение содержания карбоната кальция, арагонита и кальцита в морской воде – двух необходимых элементов, обеспечивающих растворимость раковин и скелетов.

Расчеты свидетельствуют о том, что самые большие изменения pH в будущем произойдут в Арктическом регионе, поскольку в высоких широтах вода поглощает из атмосферы большую часть  $\text{CO}_2$ , благодаря чему по мере приближения к тропикам соответственно снижается и уровень pH воды. По данным, собранным в течение 24-летнего наблюдения за водами Исландского моря, было выявлено, что скорость окисления верхнего слоя воды происходит на 50% быстрее, чем в субтропических районах Атлантики. Окисление океана, которое в прибрежных водах значительно сильнее, чем в открытом океане, частично обусловлено апвеллингом, или восходящими течениями, поступлением пресной воды, заболачиванием и биогеохимическими процессами.

В связи с окислением многие морские организмы страдают от недостатка кальция – основного материала, способствующего регенерации и восстановлению ослабленных структур, испытывающих недостаток кальция. Феномен негативно сказывается на уровне репродуктивности морских организмов, их выживаемости на первых этапах жизни, вскармливании потомства и т. д.

Реакция  $\text{CO}_2$  с водой снижает наличие карбонатных ионов, которые необходимы для морских кальцифицирующих организмов, таких как кораллы, моллюски, иглокожие, поскольку они «лепят» свои раковины и скелеты из арагонита.

Окисление океана оказывает неврологическое воздействие на рыб (поведенческие изменения). Эксперименты показали, что рыб, подверженных воздействию  $CO_2$ , привлекает запах хищников и у них появляются несвойственные им поведенческие привычки. Такие рыбы гораздо быстрее выплывают из укрытий после момента опасности, подвергают необоснованному риску свою жизнь, уплывая далеко от своих убежищ. Подобное поведение вызвано неврологическими нарушениями.

Снижение максимального размера тела рыбы негативно сказывается на рыбном промысле. К 2050 г. он может сократить свой потенциал, особенно в Северной Атлантике и Северо-Тихоокеанском регионе, что, безусловно, приведет к отраслевым экономическим потерям. Если последствия окисления вод океана проявятся в глобальном масштабе, то неизбежно сократятся поставки рыбной продукции – устриц или мидий, а спрос подтолкнет рост цен, частично компенсируя потери, вызванные снижением производства.

Климатические изменения и окисление океана влияют на морскую аквакультуру, хотя последствия выявляются не равномерно, а зависят от расположения, вида и способа рыбоводства. Породы, находящиеся на верхних трофических уровнях, демонстрируют более высокие показатели смертности и более низкую производительность при нагревании и окислении воды. Рыбы, разведение которых происходит в открытой и полукрытой воде, а также в тропических широтах, подвержены особому риску.

Коралловые рифы как неотъемлемая часть экосистемы способствуют извлечению немалой экономической выгоды: они, будучи азотфиксаторами, служат защитой среды обитания многих организмов, способствуют образованию песка, незаменимы для рыбного промысла, медицины, отдыха и туризма. Утрата коралловых рифов окажет хотя и опосредованное, но очень сильное негативное влияние на экономику океана. Коралловые рифы являются источником средств к существованию для 500 млн человек, а их глобальная стоимость оценивается почти в 797,4 млрд долл. США.

#### *Выделение кислорода*

Снижение содержания кислорода наиболее ярко проявилось в двух

основных формах. Первая форма – аноксия, общая тенденция снижения уровня кислорода в тропических океанах и зонах северной части Тихого океана за последние 50 лет. Вторая форма выражается в резком увеличении прибрежной гипоксии, что связано с эвтрофикацией, происходящей из-за увеличения сброса питательных веществ и фосфора в водоемы.

Увеличение питательных веществ приводит к обильному цветению водорослей, а изменение видового состава водорослей влияет на насыщение водоема кислородом. Следствием этого явления становится существенная потеря биоразнообразия и возникновение сублетальных эффектов среди выживших организмов: замедление роста и размножения, физиологический стресс, вынужденная миграция, уменьшение площадей, пригодных для обитания, повышенная уязвимость по отношению к хищникам и нарушение жизненных циклов. Больше других от гипоксии страдают бентосные организмы, поскольку они в меньшей степени контактируют с атмосферным кислородом.

Как правило, крупные организмы более подвержены гипоксии, чем мелкие, хотя эта чувствительность варьируется на разных стадиях их жизни. Крупные и наиболее активные рыбы, сталкиваясь с проблемой выживания в бедных кислородом водах, мигрируют в более комфортную среду, в то время как организмы с низкой потребностью в кислороде остаются и даже процветают в связи с отсутствием хищников – более крупных видов. Внутри одного и того же вида на ранних этапах жизни организмы больше подвержены кислородному стрессу, чем на последующих этапах.

За длительный период времени гипоксия или аноксия спровоцируют исчезновение практически всей бентосной фауны, в результате чего в экосистемах будут преобладать микроорганизмы. Гибель видов, не способных жить в условиях гипоксии и аноксии, приведет к массовой гибели морской жизни.

Прибрежная гипоксия порождает социальные и экономические последствия для прибрежных общин. Из-за ограничений на купание и катание на лодках, закрытых пляжей, запрета на потребление рыбы и моллюсков в первую очередь страдает туризм, сокращаются рыбные ресурсы в устьевых и прибрежных зонах.

### *Океанические течения и термохалинная циркуляция воды*

Основные океанические течения переносят огромное количество воды, сохраняя ее физические и химические свойства, по всему миру. Однако таяние ледников и повышение содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере провоцируют изменения течений и циркуляции воды.

Атлантическая термохалинная циркуляция является важной особенностью климатической системы, поскольку именно благодаря ей переносятся потоки тепла в Северной Атлантике. Крах работы океанического конвейера, который эксперты расценивают как «маловероятный, но с огромными последствиями», напрямую связан с глобальным потеплением.

В случае активного таяния ледников в циркуляцию попадут громадные объемы пресной воды. При таких удручающих обстоятельствах увеличение талой воды в районах Гренландии и высоких арктических ледников произойдет замедление термохалинной циркуляции, что скажется самым негативным образом на Гольфстриме. Увеличение объема воды вызовет изменение океанических течений и затруднит попадание кислорода в глубоководные слои океана. Вместе с тем в поверхностных слоях резко снизится наличие питательных веществ, увеличится стратификация океана в низких и средних широтах, возрастет заболеваемость морских организмов, обусловленная гипоксией и аноксией. Доказательством изложенному выше могут послужить морские арктические экосистемы, в которых повышение температуры в результате опреснения поверхностных вод от таяния ледников инициировало значительные изменения в нижней и средней частях трофических пищевых цепочек и изменили количество и качество пищи для высших трофических уровней.

Воздействие течений на экономику океана по-прежнему практически не выявлено. Вероятно, в сфере рыбного хозяйства появятся новые возможности, связанные с увеличением речных потоков и количества осадков, что может, в свою очередь, спровоцировать смещение акцента с морского рыбного промысла к пресноводному. Необходимо сказать, что изменения в термохалинной циркуляции и подъем глубинных вод повлияет на запасы промысловых рыб, поскольку океанические течения и температура влияют на распространение личинок, от которых напрямую зависят размеры популяций рыб.



Кроме того, аномальная температура поверхности океана, холодные ветра и изменения поверхностного течения волн способны нанести урон возобновляемой энергетике. Из-за сильных ветров понижается температура морской поверхности. Другими словами, они способны вызвать сильнейшие вертикальные перемешивания водных масс, в результате которых глубинные воды получают больше тепла.

Таяние ледников на Северном и Южном полюсах обуславливают снижение солёности, что зеркально отражается на градиенте солёности, а следовательно, и на работе осмотических электростанций.

#### *Океан и гидрологический цикл*

Поскольку океан играет важную роль в гидрологическом цикле, изменения в морской среде могут привести к изменениям, влияющим на количество осадков и пресной воды.

Все прогнозы сходятся в том, что в XXI в. сохранится тенденция массового таяния ледников и, следовательно, увеличения объема воды. Как правило, максимальные показатели этого феномена приходятся на лето. Однако исследователи утверждают, что в Арктике таяние ледников может начаться еще до наступления летнего сезона. Гидрологический режим в Арктике особенно восприимчив к потеплению из-за особенной чувствительности зон вечной мерзлоты к перепадам температур и изменениям водного цикла. Как отмечалось выше, критические факторы, обуславливающие изменения в окружающей среде океана, взаимосвязаны и взаимозависимы. Логично предположить, что повышение температуры воды, увеличение слоя осадочных пород, питательных веществ и уровня загрязнения, спровоцированных обилием осадков и качеством впадающих в океан рек, повышение концентрации загрязняющих веществ во время засухи, а также нарушения в работе очистных сооружений во время наводнений – все это неминуемо приведет к серьезным экономическим последствиям, которые не так легко поддаются количественной оценке. Прямые убытки, вызванные непосредственно погодными катаклизмами и стихийными бедствиями, начиная с 1980 г. оцениваются почти в 200 млрд долл. США.

#### *Неустойчивость системы рыболовства*

Незаконный, бесконтрольный и нерегулируемый промысел в совокуп-

ности с иными формами нерационального рыболовства оказывают негативное влияние на морские экосистемы.

Неустойчивость системы рыболовства объясняется неспособностью в полной мере отслеживать соблюдение принятых законодательных актов. Незаконный, бесконтрольный и нерегулируемый промысел, а также выброшенный улов (часто именуемый «неиспользованный улов») являются частью проблемы и несут потенциальную угрозу для устойчивости системы рыболовства. Кроме того, рост мирового населения, увеличение доходов и изменение протеиновой диеты привели к большему спросу на рыбу, что создало дополнительную нагрузку на рыбные ресурсы. Кроме того, в докладе ФАО за 2014 г. сообщается, что мировое производство рыбы вырастает в среднем на 3,2%, опережая темпы роста населения Земли на 1,6%. Однако основная часть этого роста сейчас приходится на аквакультуру, так как рыбный промысел находится в настоящий момент в состоянии стагнации.

Еще некоторое время назад специалисты отмечали тенденцию к избыточному лову и истощению рыбных запасов, однако стоит признать, что система организации рыбного промысла была пересмотрена, приняты соответствующие меры, в связи с чем в отрасли наметился сдвиг в сторону сбалансированного подхода. В Новой Зеландии, например, доля рыбных запасов снизилась за 5 лет на 7%: с 25% в 2009 г. до 18% в 2013 г.

Неустойчивая система рыболовства стала причиной чисто экономических последствий: рыбный промысел оценивается ежегодно в 50 млрд долл. США, в то время как потенциальные возможности отрасли могут достигать 68 млрд долл. США. Потери происходят по двум основным причинам. Во-первых, истощение рыбных запасов приводит к увеличению затрат на поиск и ловлю рыбы, а во-вторых, потребность в дополнительных рыболовных судах отрицательно сказывается на доходах от рыболовства из-за избыточных инвестиций и эксплуатационных расходов. Совокупные экономические потери в масштабах мировой экономики за последние три десятилетия, связанные с избыточным уловом, оцениваются в 2 трлн долл. США. В будущем убытки от снижения вылова рыбы, предположительно, вырастут до 88,4 млрд долл. США к 2050 г. и 343,3 млрд долл. США к 2100 г. Особенно остро негативные последствия отразятся на странах с развивающейся экономикой, расположенных в тропических регионах.

### *Загрязнение океанических вод*

Существует несколько источников загрязнения Мирового океана, поскольку уже очень давно океан и его осадочные породы превратились в хранилище многочисленных отходов человеческой деятельности. Дополнительную нагрузку создают загрязнения и мусор, имеющие наземное происхождение и угрожающие жизни морских организмов и их местам обитания. Изменение климата усугубляет описанные выше эффекты, влияя как на термические, так и на химические характеристики океана.

Наиболее губительным для морской среды является сельское хозяйство. Ранее уже отмечалось, что избыток питательных веществ и фосфора приводит к эвтрофикации и гипоксии. До 85% сточных вод, сбрасываемых в Средиземное море, – не очищены, и это становится причиной эвтрофикации, а если вовремя не диагностировать зарождающуюся опасность, то возникают мертвые зоны.

Особую проблему в загрязнении окружающей среды создают полимерные отходы (пластик, пластмасса), которые распространяются также по всем морям и океанам. Полимерные отходы легко перемещаются благодаря океаническим течениям, охватывающим оба полушария Земли. По мнению экспертов, стоимость пластика, который в виде отходов находится в океане, превышает 5 трлн долл. США, а вес – достиг 250 тыс. т. Самый крупный в мире плавучий «остров» из мусора находится в северной части Тихого океана. Большое тихоокеанское мусорное пятно занимает площадь около 8 млн км<sup>2</sup>.

Химическое загрязнение – а это более 300 химических веществ, классифицированных как опасные для морской среды, – создает дополнительную нагрузку на окружающую среду океана. Некоторые химические вещества, например тяжелые металлы и стойкие органические загрязнители, находятся в толще воды уже несколько десятилетий (не в последнюю очередь из-за использования химического оружия во время Второй мировой войны). Кроме того, радиоактивное излучение в океане стало причиной генетических изменений, нарушений в репродуктивной системе и возникновения раковых опухолей из-за накоплений радиации в элементах трофических цепей.

Подводные шумы, возникающие в результате военных действий, картирование морского дна и судоходство провоцируют масштабные изменения в акустической среде, которые наносят ущерб морским млекопитающим, так как они используют звук в качестве основного сенсорного режима для эхолокации и коммуникации. Шум может привести к дополнительным физиологическим нагрузкам морских животных и изменениям в их поведении: меняется тактика избегания опасности, варьируется система вокализации (темп и длительность). Давление шумовых факторов может разбалансировать экономическую и энергетическую системы, что, в свою очередь, отразится на отдельных демографических показателях, динамике роста населения и дезориентации среди морских организмов.

Дополнительную угрозу для морской среды создает нефтяное загрязнение. И хотя нефтяные пятна, образовавшиеся на поверхности океана в результате аварийной утечки нефти, по степени негативного воздействия на окружающую среду очень опасны, на их долю приходится только 12% нефтяных загрязнений. Основной вред наносит утечка углеводородов при добыче, незаконная чистка нефтяных танкеров в открытом море или в реках, вода из которых потом попадает в море.

Внедрение чужеродных организмов в морские экосистемы представляет собой еще одну угрозу окружающей среде океана. Около 7000 видов морских животных ежедневно перемещаются по всему миру за счет сброса балластной воды коммерческого судоходства, что создает небольшие проблемы для местных видов. Например, американский омар, подобно безбилетному пассажиру, вторгся в балластные воды на борту европейских судов и укоренился среди омаров, проживающих во фьордах в окрестностях Осло.

Поскольку качество месторождений полезных ископаемых и металлов на суше ухудшается, а технологии постепенно позволяют проводить бурильные работы на глубоководном шельфе, что считается более целесообразным, добыча на дне океана приобретает экономически привлекательные черты. Хотя стоит признать, что перспективы масштабного развития добычи полезных ископаемых на глубоководном шельфе до 2030 г. являются спорными. Широко известно, что будущая промышленная эксплуатация недр, сокрытых под толщей океанской воды, прямо и косвенно

повлияет на экосистемы океана и морского дна, поставив под угрозу уникальные места обитания живых организмов.

Однако последствия зависят от конкретного месторождения. К тому времени, когда добыча на глубоководном шельфе станет коммерчески выгодной, усовершенствованные технологии, вероятно, смогут снизить риск ущерба окружающей среде. Туризм имеет все необходимые характеристики для устойчивого развития, но плохо спланированное строительство отелей и курортов в прибрежных районах способно загрязнить или уничтожить среду обитания морских животных, а также оказать другие негативные воздействия на биоразнообразие. Кроме того, круизные корабли являются основным источником загрязнения морской среды вследствие сброса мусора и неочищенных сточных вод в море.

В целом загрязнение морской среды может привести к значительным экономическим последствиям. Теоретически нарушение экономического благосостояния может проявляться в различных формах: резком падении популяций рыб, введении ограничений на промыслы, потреблении небезопасных морепродуктов и расходах на здравоохранение. Например, бактериальное загрязнение пляжей требует увеличения расходов на здравоохранение: в Южной Калифорнии тратится на эти цели от 21 до 414 млн долл. в год. Цены на недвижимость, находящуюся на территории, примыкающей к зараженной воде, резко упали. Расходы на шестилетнюю программу по очистке пляжей и возрождению туризма в Калифорнии оцениваются в 51 млн долл. Экономические издержки от загрязнения, спровоцированного утечкой нефти, колеблются от 1,2 до 23,5 млрд долл. США в год.

#### **4. Наука и технологии для развития экономики океана**

Наука и технологии являются одним из самых динамично развивающихся секторов экономики океана. Новые знания и расширяющийся спектр технологий постепенно проникают в транспортную отрасль, в частности во все виды морского транспорта, что обуславливает появление многочисленных нововведений в данной отрасли.

*Наука: знание об экономике океана*

Наука выступала и в дальнейшем будет продолжать выступать в ка-

честве мощного мотора экономического развития экономики океана. Океанографические исследования раскрыли, например, что между климатом океана и сельскохозяйственным производством существует прочная взаимосвязь. Биологические исследования открыли существование неизвестных до нынешнего момента форм жизни, и новые открытия науки продолжают радовать мир. Химические исследования выявили циклы питательных веществ и химических процессов, которые больше нигде на Земле не встречаются. Геологические исследования дают нам беспрецедентное понимание строения и функционирования нашей планеты, а также обогащают человечество полезными ископаемыми.

Более глубокое, всестороннее научное понимание океана – его свойств и циклов, здоровья, роли, которую он играет в изменении климата, и его влияния на погоду и т. д. – очень важно для осмысливания и управления экосистемами океана. В равной степени подобные знания становятся предпосылкой для обеспечения устойчивого функционирования всех отраслей. Поэтому наблюдение за океаном является основой, на которую опираются все науки, изучающие океан. Для проведения исследований на современном уровне, безусловно, необходима развитая инфраструктура, включая океанские и морские исследовательские суда, спутники дистанционного зондирования, современные средства связи и системы глобального мониторинга и позиционирования, плавающие, погружные и фиксированные платформы, экспертно-моделирующие и вычислительные системы, а также запоминающие устройства и память для хранения и управления огромным массивом данных.

#### *Поэтапное развитие технологий в экономике океана*

В ближайшие пару десятилетий технологии продолжат способствовать повышению эффективности, производительности труда и влиять на структуру затрат во многих отраслях экономики океана, в том числе на научные исследования и анализ экосистем для нужд судоходства, энергетику, рыбный промысел и туризм. Эти технологии включают в себя системы визуализации и датчиков, спутниковые технологии, современные материалы, информационные технологии, анализ больших данных, автономные системы, биотехнологии, нанотехнологии и подводные технологии.

*Современные материалы.* Металлические, керамические, полимерные и композиционные материалы все чаще находят применение в различных отраслях морской промышленности. Их преимущества заключаются в том, что эти материалы обладают прочной структурой, они износостойки и долговечны. Как уже неоднократно отмечалось, деятельность по газонефтедобыче постепенно смещается на глубоководный шельф, в связи с этим возникает необходимость обеспечить прочную связь между оборудованием, расположенным на поверхности воды, и тем, что находится на морском дне. Особая нагрузка ложится на швартовые системы (якоря, тросы), силовые кабели и шлангокабели.

Среди наиболее часто используемых композитных материалов последнего поколения стоит отметить арамидное волокно и кеврал. В частности, из них изготавливают защитный слой оборудования, кабели или газоинжекторные устройства. В новом поколении материалов нуждаются и причалы, поскольку требования к их прочности и долговечности возросли в связи с использованием в морях новых ветровых установок (статических и плавающих).

Аквакультура все чаще использует полиэтилен высокой плотности для каркасов, предназначенных для установки в специально отведенных для этого местах.

*Нанотехнологии.* Хотя нанотехнологии в основном связывают с материаловедением, однако диапазон их возможного применения весьма обширен. Все большее количество материалов разрабатывается с учетом нанонаправлений и наделяется такими передовыми свойствами, как самодиагностика, самокалибровка и самоочищение и т. д. Количество публикаций, патентов и рынок приложений в сфере нанотехнологий в течение последних десяти лет выросли в геометрической прогрессии, что не могло не оказать существенного влияния на развитие экономики океана. В качестве иллюстрации достаточно привести следующие статистические данные: среднегодовое число патентов на нанотехнологии, полученных в 1990-е гг., составляло 300. С 2000 по 2012 г. эта цифра возросла до 1800.

*Биотехнология.* Биотехнология (включая генетику) является еще одной областью технологий, которая отличилась беспрецедентным развитием за последние 30 лет, и можно с уверенностью сказать, что био-

технология будет оказывать сильное влияние на большинство, если не все сферы экономики океана. Коммерческий успех аквакультуры на протяжении многих лет зависел от биотехнологии, например в разведении новых видов, изобретении вакцин и развитии кормопроизводства. В основе получения новых морских биохимических веществ для фармацевтической, косметической, пищевой и кормовой промышленности лежит использование знаний о генетических характеристиках организмов. Будущее биотоплива на основе водорослей, а также бионика, скорее всего, тоже тесно связаны с дальнейшим развитием биотехнологии.

*Подводная инженерия.* Поскольку многие морские отрасли – добыча нефти и газа, возобновляемые источники энергии в океане, ветровая энергетика, морская аквакультура, добыча полезных ископаемых с морского дна и т. д. – получили активный толчок к развитию в последние годы, логично предположить, что этим отраслям придется столкнуться в ближайшем будущем с многочисленными сложными задачами. Среди них уже сейчас можно отметить совершенствование подводных-grid-технологий, которые разовьют мощность передачи сигналов с морского дна на сушу, проектирование систем подводного питания, улучшения трубопроводных сетей, обеспечение безопасности причалов и швартовые системы для стационарных и плавучих сооружений.

Перед подводной инженерией открываются широкие возможности в сфере энергетике, например ветровой. Технологические инновации позволяют сократить затраты в этой отрасли и добиться максимального КПД. Основные научные исследования и разработки сосредоточены на создании ультрасовременных опорных структур, которые откроют доступ к более глубоким слоям воды и позволят полностью интегрировать высоковольтные линии постоянного тока. Опорные конструкции, предназначенные для более глубоких вод, обеспечат доступ к местам, где ветер отличается своей постоянностью и высокой скоростью, а следовательно, ветровая энергетика будет максимально эффективна.

*Сенсорные и видеодатчики.* В области наблюдений за океаном отмечается положительная тенденция к постоянному внедрению новых интеллектуальных датчиков, методов и платформ. Стоит отметить значительные улучшения в чувствительности приборов, их точности, стабильности и



устойчивости в работе, несмотря на экстремальные условия в океане. С 1990-х гг. отмечаются выдающиеся достижения в производстве автоматизированных датчиков, измеряющих физические параметры воды: течение, соленость и температуру. Последнее десятилетие было отмечено появлением датчиков, способных контролировать содержание в воде нитратов, метана, а также микропитательных веществ. Усилия современных ученых в настоящее время сосредоточены на двух направлениях. Во-первых, на разработке систем, позволяющих проводить в автономном режиме биологические и химические измерения морского биоразнообразия и, во-вторых, на сокращении требований к электропитанию датчиков и созданию микродатчиков, которые можно установить на глайдеры, буи и даже снабдить ими морских животных.

Не только научное сообщество, но и промышленность, деловые круги выиграют от будущих достижений в области зондирования и визуализации. Сейчас горнодобывающие компании разрабатывают подводные методы дистанционного зондирования, которые позволят количественно оценить не только пространственную протяженность, но и глубину сульфидных залежей на морском дне. В нефтяной и газовой отрасли в стадии разработки находятся новые геофизические приборы: датчики, позволяющие улучшить изображение подсолевых и суббазальтовых отложений с очень высоким разрешением 3-D (и даже 4-D), системы обработки сейсмических данных и более сложные датчики, предназначенные для работы в скважинах. В более глубоких водах и суровых климатических условиях на первый план выходят технологии для выявления опасных геологических процессов и рисков, связанных с окружающей средой.

Торговые суда устанавливают на борту систему сбора данных, поступающих из сети удаленных сенсоров, способных передавать информацию в режиме реального времени. Создание надежных беспроводных сетей для судоходной отрасли потребует введения датчиков с многообразием встроенных функций: от самокалибровки до сохранения работоспособности при сбоях. Они должны поддаваться биологическому разрушению, потреблять минимальное количество энергии и быть миниатюрными по размеру.

*Спутниковые технологии.* Различные функции спутников, такие как обеспечение связи, навигации, определения позиции, дистанционное зон-

дирование и отслеживание, уже хорошо зарекомендовали себя в качестве важнейшей инфраструктуры для всех отраслей экономики океана, океанологии, мониторинга окружающей среды и картирования морского дна, для идентификации и отслеживания трансокеанских судов. Кроме того, роль спутниковых технологий трудно переоценить в сфере рыбнадзора и коммуникаций с объектами, находящимися в открытом море.

*Компьютеризация и анализ больших данных.* Методы обработки данных и приложений возможно улучшить путем использования технологии «умных машин» и вычислительных систем, которые обрабатывают информацию подобно человеческому мозгу. Предполагается, что их способность справиться с растущими потоками данных (обработать, классифицировать, отправить на хранение) будет расти. Благодаря этим инновационным и экономически эффективным способам, возможно, придет более ясное понимание сложных явлений и взаимодействий, которое поможет создать/улучшить процесс принятия решений, касающихся различных отраслей морской экономики.

*Автономные системы.* В ближайшее время будет активно расширяться применение в морской среде автономных подводных аппаратов, дистанционно управляемых подводных аппаратов, автономных и полуавтономных мобильных средств, дронов и ретрансляционных станций. Более того, из-за растущих требований к безопасности, повышению производительности, а в дальнейшем благодаря наметившемуся прогрессу в миниатюризации при осуществлении контроля за перемещением и зондировании будут использоваться роботы, которые смогут провести диагностику и ремонт.

#### *Подрывные технологии*

Помимо вышеперечисленных инноваций в перспективе существует развитие принципиально новых технологий по различным направлениям, которые обеспечат фундаментальные сдвиги в приобретении знаний и практических навыках в сфере экономики океана. Подобных технологий очень много, укажем лишь несколько видов инноваций, способных радикально повлиять на экономику океана и трансверсально затрагивающих все ее отрасли:

- 1) картирование океана;
- 2) электронная навигация и «умное» судоходство;

- 3) стратегии борьбы с утечкой нефти;
- 4) отслеживание ресурсов рыбы и морепродуктов.

#### *Новое в подготовке кадров и образовании*

Если экономика океана в будущем потребует новых навыков и знаний, то уже в настоящее время необходимо наладить контакт между университетами и промышленностью. Например, в документе Европейской комиссии «Инновации в “синей” экономике» подчеркивается наличие потенциальных рабочих мест и возможность для развития морских отраслей [4]. Согласно имеющейся статистике, большинство выпускников морских факультетов выходят на общий рынок труда. Выпускники в будущем должны приобрести навыки работы не только в научной среде, но и в промышленных отраслях. Перед ними стоит задача объединить или по возможности максимально сблизить науку и промышленность, вовлекая в их взаимодействие как можно больше заинтересованных сторон и стимулируя карьерный рост участников процесса в «синих», морских, секторах экономики.

Эксперты Европейской морской коллегии отмечают, что для выпускников, специализирующихся в морских науках, необходимо построить мост в промышленный сектор для преодоления существующего между ними разрыва и создания многопрофильной универсальной рабочей силы, которая может комплексно решать проблемы, связанные с экономикой океана [5]. Для этого в вопросах подготовки персонала, специализирующегося на морских направлениях, предлагается сосредоточить усилия на решении следующих задач:

- привить студентам навыки и компетенции, необходимые выпускникам, чтобы обеспечить их востребованность на рынке труда;
- содействовать интернационализации;
- сформировать условия для активного партнерства между наукой, политикой и промышленностью;
- содействовать непрерывному обучению (life-long learning) выпускников морских специальностей;
- выстраивать долгосрочные обязательства по финансированию морских учебных заведений;
- усовершенствовать систему подбора персонала и обеспечить брендинг;
- повысить привлекательность академической карьеры.

## **5. Правовое регулирование экономики океана**

Промышленность, связанная с экономикой океана, в настоящее время переживает период глубоких преобразований. Как уже отмечалось, наряду с традиционными отраслями (судоходство, судостроение, рыбный промысел, а также начиная с 1960-х гг. разработка морских месторождений нефти и газа) появляются новые виды деятельности: ветровая, приливная и волновая энергетика, аквакультура, добыча полезных ископаемых, морские биотехнологии и т. д.

В то же время здоровье Мирового океана находится под угрозой. Бизнес-сообщество и политики пришли к согласию, что экономика океана, а следовательно, и составляющие ее отрасли выигрывают от наличия четкой, согласованной, стабильной законодательной базы, при помощи которой можно строить долгосрочное планирование и осуществлять инвестиции, необходимые для развития промышленности. Однако эта цель становится труднодостижимой в быстро меняющемся и все более сложном мире.

Несмотря на то что ряд соответствующих учреждений (например, Международная морская организация, Продовольственная и сельскохозяйственная организация, Международная организация труда, Международная организация по морскому дну, Межправительственная научно-политическая платформа по биоразнообразию и экосистемным услугам, Международный союз охраны природы и природных ресурсов) прикладывают усилия, чтобы следить за изменениями, происходящими в Мировом океане, в режиме реального времени, многие организации на глобальном, региональном и даже государственном уровнях уже самостоятельно включились в борьбу за сохранение ресурсов и поддержку развивающихся отраслей, связанных с океаном.

### *Защита биоразнообразия*

В 2008 г. Международный союз охраны природы и природных ресурсов занялся «выявлением неиспользованных резервов», чтобы провести анализ недочетов в системе управления на глобальном и региональном уровнях и гарантировать сохранение биоразнообразия, поместив его под защиту международной юрисдикции.

Нормативно-правовые пробелы, выявленные в ходе исследования, заключались в отсутствии:

- инструментов или механизмов, гарантирующих соблюдение обязательств, изложенные в таких документах, как Конвенция Объединенных Наций по морскому праву, Конвенция о биологическом разнообразии, Соглашение Объединенных Наций о рыбных запасах;
- детальных международных норм и стандартов по внедрению современных принципов сохранения существующей деятельности (морских научных исследований, биоразведки, прокладки кабелей и трубопроводов, строительства различных видов установок) по борьбе с нерегулируемым рыбным промыслом и внедрению новых видов деятельности;
- механизмов регулирования, способных повысить результативность традиционных видов деятельности, таких как судоходство и военная деятельность (например, подводный шум, испытание вооружений), в соответствии с современными принципами сохранения окружающей среды;
- особых требований к современным средствам охраны: экологическая оценка воздействия, мониторинг и отчетность, зональные измерения, охраняемые районы, стратегическая экологическая оценка и т. д., чтобы использовать весь арсенал планирования применительно к деятельности человека, которая оказывает влияние на Мировой океан;
- эффективных механизмов соблюдения и правоприменения регламента на глобальном и региональном уровнях в отношении всех видов человеческой деятельности, относящихся к океану;
- документов юридически обязательных для всех регионов океана с целью обеспечения комплексного охвата на региональном уровне вопросов, связанных с рыбным промыслом и сохранением биоразнообразия;
- правил или процессов, которые помогают наладить взаимодействие между деятельностью, проводимой в открытом море, и той, что осуществляется на континентальном шельфе прибрежных государств.

С 2008 г. наблюдается определенный прогресс по ряду направлений. Так, в 2015 г. государства – члены ООН согласились разработать юридически обязательный инструмент для сохранения и устойчивого использования морского биологического разнообразия в районах, находящихся за пределами национальных границ. Кроме того, увеличилось число регионов, которые начинают применять морские экосистемные подходы и соответствующие инструменты управления за пределами своих национальных границ.

Тем не менее многие проблемы в нормативной сфере и управлении, выявленные в 2008 г., сохраняются и требуют незамедлительного решения.

## **6. Прогноз развития экономики океана до 2030 г.**

В 2010 г. валовая добавленная стоимость (ВДС) отраслей промышленности, входящих в экономику океана, составила 1,5 трлн долл. США, или около 2,5% мировой ВДС (который составлял приблизительно 59 трлн долл. США). На Азию и Европу приходится около двух третей общего ВДС. На морскую добычу нефти и газа приходится 34% от общего объема добавленной стоимости, второе место занимает морской и прибрежный туризм – 26% (рис. 2).

Отрасли экономики океана создали около 31 млн рабочих мест в 2010 г., что эквивалентно 1% глобальной рабочей силы, или около 1,5% экономически активного населения (предполагается, что общий уровень занятости равен 63%) (рис. 3).

Валовая добавленная стоимость в экономике океана в 2030 г., выраженная в постоянных ценах 2010 г., согласно прогнозам, превысит 3 трлн долл. США, что примерно эквивалентно ВВП Германии в 2010 г. Следовательно, экономика океана сохранит свою долю – 2,5% в мировом объеме ВДС. Наибольший удельный вес (26%) будет принадлежать морскому и прибрежному туризму, в том числе и круизной индустрии, за ним следуют разведка и добыча нефти и газа – 22% и портовая деятельность – 16%. В 2030 г. в сфере экономики океана будут трудоустроены более 40 млн человек (что сопоставимо с численностью экономически активного населения в Германии), или более 1% мирового экономически активного населения (около 3,8 млрд человек, включая работающих по совместительству и самозанятых). Большинство будет работать в промышленном секторе рыбного промысла и в сфере морского и прибрежного туризма. Более половины отраслей промышленности, связанных с океаном, согласно прогнозам, увеличат свою ВДС быстрее, чем мировая экономика в целом. Почти во всех этих отраслях рост занятости превысит показатели, свойственные мировой экономике в целом.

Для этих оценок был использован базовый сценарий развития, который предполагает сохранение устоявшихся тенденций и не учитывает

каких-либо серьезных изменений в политике или внезапных технологических или экологических сдвигов, а также серьезных геополитических потрясений (рис. 4).

Прогнозы согласно базовому сценарию развития приведены в табл. 2. Здесь сравниваются темпы изменения добавленной стоимости и занятости в экономике океана в период с 2010 по 2030 г. Совокупный среднегодовой темп роста ВДС оценивается в 3,45%, что в целом соответствует ожидаемому среднегодовому темпу роста добавленной стоимости в мировой экономике. Тем не менее общий рост занятости (около 30%) в промышленности океана за 20-летний период, как ожидается, будет заметно опережать прирост экономически активного населения в глобальном масштабе (около 20%).

Более подробные прогнозы, приведенные в докладе ОЭСР, опирались на два альтернативных сценария:

– сценарий устойчивого развития – предполагает высокие темпы экономического роста и медленное ухудшение состояния окружающей среды в связи с развитием ресурсосберегающих технологий в сочетании с государственными стимулирующими программами, которые в совокупности создадут условия для интенсивного развития экономики океана при соблюдении экологических стандартов;

– сценарий неустойчивого развития – предполагает низкие темпы экономического роста и серьезное ухудшение состояния окружающей среды. Изменение климата будет происходить быстрыми темпами, окружающей среде будет нанесен серьезный ущерб. Подобные ухудшения будут разворачиваться на фоне низкого уровня технологических инноваций. Следовательно, в этом сценарии экономику океана ожидают неоднозначные перспективы после 2030 г.

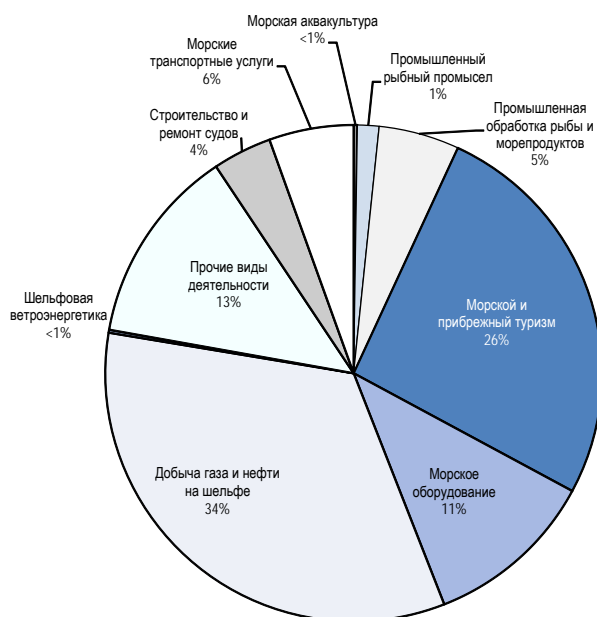
Вместе с тем необходимо отметить, что по какому бы сценарию ни развивались события, экономика океана была и будет динамичной и очень важной частью мировой экономики. В прогнозируемый период показатели по многим отраслям, входящим в экономику океана, скорее всего, превысят показатели по аналогичным отраслям мировой экономики в целом.

## Приложение

Рисунок 1. **Концепция экономики океана**

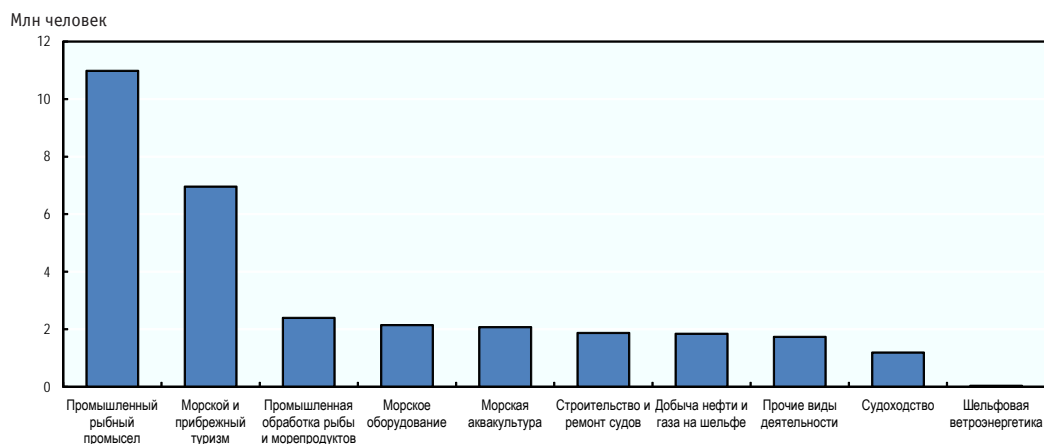


Рисунок 2. **ВДС по отраслям, входящим в экономику океана: 2010**

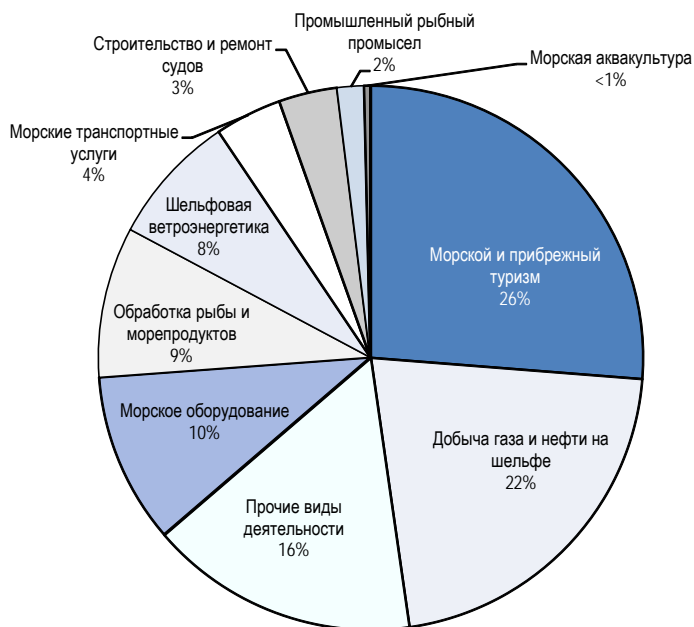




**Рисунок 3. Занятость в отраслях экономики океана: 2010**



**Рисунок 4. Показатели ВДС в экономике океана к 2030 г.: базисный сценарий**



**Таблица 1. Традиционные и развивающиеся отрасли промышленности, связанные с океаном**

Традиционные	Развивающиеся
Рыбный промысел	Морская аквакультура
Морские перевозки	Глубоководная и шельфовая добыча нефти и газа
Порты	Шельфовая ветроэнергетика
Судостроение и ремонт	Возобновляемая энергия моря
Нефте- и газодобыча на шельфе	Добыча полезных ископаемых из морской воды и с морского дна
Производство и строительство	Безопасность и наблюдение
Морской и прибрежный туризм	Морские биотехнологии
Морские бизнес-услуги	Высокотехнологичная морская продукция и услуги
Научные исследования и разработки и образование	Прочие отрасли
Драгирование (дражное дело)	

**Таблица 2. Прогноз роста ВДС и занятости населения по отраслям экономики океана на 2010–2030 гг. (проценты)**

Отрасль	Среднегодовой темп роста ВДС (с учетом сложных процентов)	Общий рост ВДС	Общий рост занятости
Морская аквакультура	5,69	303	152
Промышленный рыбный промысел	4,10	223	94
Промышленная обработка рыбы и морепродуктов	6,26	337	206
Морской и прибрежный туризм	3,51	199	122
Добыча нефти и газа на шельфе	1,17	126	126
Шельфовая ветроэнергетика	24,52	8037	1257
Прочие виды деятельности	4,58	245	245
Строительство и ремонт судов	2,93	178	124
Морское оборудование	2,93	178	124
Судоходство	1,80	143	130
<b>В среднем по отраслям экономики океана</b>	<b>3,45</b>	<b>197</b>	<b>130</b>
<b>Мировая экономика с 2010 по 2030 г.</b>	<b>3,64</b>	<b>204</b>	<b>120</b>

Обзор выполнен на основе следующих публикаций:

1. OECD (2016), *The Ocean Economy in 2030*, OECD Publishing, Paris. – <http://dx.doi.org/10.1787/9789264251724-en>
2. Park Kwang Seo, Kildow J.T. Rebuilding the Classification System of the Ocean Economy // *Journal of Ocean and Coastal Economics*. 2014. V. 2014. Iss. 1. Art. 4. – <http://cbe.miis.edu/joce/vol2014/iss1/4>
3. Изменение климата, 2014 г. Обобщающий доклад. Резюме для политиков / *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Summary for policymakers*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). – [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM\\_ru.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM_ru.pdf)
4. European Commission (2014), Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – *Innovation in the Blue Economy: Realising the potential of our seas and oceans for jobs and growth* – COM (2014) 254 final/2.
5. European Marine Board (2016), *Marine graduate training: Training the 21st century ocean scientists*. – <http://www.marineboard.eu/marine-graduate-training>

Аэронавтика и космос

Биотехнологии и генетика. Сельское хозяйство, пищевая и химическая промышленность

Информационные и телекоммуникационные технологии и вычислительная техника

Исследования в области ядерной и квантовой физики

Медицинские технологии и оборудование

Нанотехнологии и новые материалы, микроэлектроника

**Социальные и экономические науки и статистика**

Энергетика и транспорт

**Экология и рациональное природопользование**