Санкт-Петербургский государственный университет

***КОРОМНИКОВА Арина Владимировна***

**Выпускная квалификационная работа**

***Анализ существующих методов расчетов ущерба водным биологическим ресурсам при осуществлении хозяйственной деятельности на морском шельфе***

Уровень образования: бакалавриат

Направление 05.03.06 «Экология и природопользование»

Основная образовательная программа СВ.5024.2015 «Экология и природопользование»

Профиль «Рациональное природопользование»

Научный руководитель: доцент кафедры геоэкологии

и природопользования, Институт Наук о Земле,

к.г.н., доцент, Сенькин Олег Владимирович

Рецензент: руководитель направления

по экологической безопасности,

Управление Производственной безопасности ООО

«Газпромнефть-Сахалин», Турчин Роман Валерьевич

Санкт-Петербург

2019

**Содержание**

Стр.

Введение…………………………………………………………………………………....3

Глава 1. Общая характеристика природных условий и водных биологических ресурсов континентального шельфа на объектах исследования…………………………………..5

1.1 Континентальный шельф Российской Федерации…………………………..5

1.2 Подходы к пониманию водных биологических ресурсов…………………..7

1.3 Природные условия и гидробиологическая характеристика акваторий шельфовой зоны…………………………………………………………………………….9

1.3.1 Общая гидробиологическая характеристика экосистем шельфовой зоны………………………………………………………………………………………......9

1.3.2 Биоресурсы и природные условия Баренцева моря……………….11

1.3.3 Биоресурсы и природные условия Охотского моря……………….12

Глава 2. Характеристика воздействия на водные биологические ресурсы при хозяйственной деятельности в пределах континентального шельфа…………………..13

2.1 Виды хозяйственной деятельности на морском шельфе………………….....13

2.2 Углеводородные ресурсы континентального шельфа……………………….15

2.3 Источники и факторы воздействия нефтегазового комплекса на водные биологические ресурсы…………………………………………………………………....17

Глава 3. Методы расчета ущерба водным биологическим ресурсам…………………...20

3.1 Понятие ущерба водным биологическим ресурса…………………………...20

3.2 Подходы к оценке ущерба водным биологическим ресурсам……………...21

3.2.1 Организационно-правовой подход…………………………………21

3.2.2 Альтернативные подходы к оценке ущерба……………………….23

3.3 Методика расчета ущерба водным биологическим ресурсам при проведении сейсморазведочных работ………………………………………………………………....25

3.3.1 Общие сведения о методике расчета ущерба водным биологическим ресурсам при проведении сейсморазведочных работ…………………………………..25

3.3.2 Расчет ущерба водным биологическим ресурсам на лицензионных участках в Баренцевом и Охотском морях……………………………………………….29

Заключение………………………………………………………………………………....33

Список использованной литературы……………………………………………………..35

Приложения………………………………………………………………………………...39

**Введение**

Континентальный шельф Российской Федерации - район, который активно используется большинством секторов экономики и, как следствие, испытывает эффекты, отрицательно влияющие на равновесное состояние экосистемы и ее биомассу. В шельфовой морской зоне осуществляются различные виды деятельности: промышленное рыболовство, морской транспорт (судоходство) и активно развивающаяся в последние десятилетия морская нефтегазодобывающая индустрия, которая характеризуется разнообразием факторов, ситуаций техногенного воздействия и довольно продолжительным воздействием на морскую среду и водные биологические ресурсы.

Освоение топливно-энергетического потенциала российского шельфа сравнительно молодая отрасль промышленности, начало которой было положено в 20-е годы XX века при разведке и эксплуатации запасов внутренних морей бывшего СССР (Каспийское, Черное и Азовское). Начало исследований запасов Западной Арктики и Дальнего Востока было положено только в 80-е гг. Полученные данные о нефтегазовом потенциале российских акваторий позволили развивать энергетическую инфраструктуру Российской Федерации с созданием промышленных центров добычи нефти и газа на морских месторождениях.

В настоящее время осуществляется широкомасштабное освоение нефтегазовых запасов в арктических, дальневосточных и южных морях. Наибольший вклад в обеспечение страны углеводородным сырьем по относительной величине суммарных извлекаемых ресурсов среди морских регионов вносят моря, расположенные в арктической зоне (около 70 %), и на Дальнем Востоке (23 %). Суммарный вклад Балтийского моря и южных морей составляет не больше 7 % (Маловицкий и др., 1994).

Необходимость оценки ущерба водным биологическим ресурсам (далее - ВБР) обусловлена тем, что морская нефтегазодобывающая промышленность негативно воздействует на биоразнообразие экосистем, что может привести к его сокращению и, как следствие, нарушению трофических связей, лежащих в основе устойчивого существования экосистем и уменьшению рыбохозяйственного потенциала акваторий.

Методологические основы оценки воздействия на биотическую составляющую водных объектов, закрепленные в документах, не в состоянии полноценно оценивать размеры вреда, наносимого водным биологическим ресурсам. Также имеются альтернативные подходы к оценке ущерба, которые законодательно не закреплены, учитывают некоторые проблемы существующей методики, но и в свою очередь не лишены недостатков.

Цель: проанализировать существующие методы оценки ущерба водным биологическим ресурсам в условиях хозяйственного освоения на примере наиболее продуктивных и перспективных в нефтегазоносном отношении районов шельфа Баренцева и Охотского морей.

Задачи:

1. Проанализировать природные условия и гидробиологическую характеристику шельфовых зон исследуемых акваторий.
2. Рассмотреть современные представления о водных биологических ресурсах и наносимый им ущерб в результате хозяйственной деятельности.
3. Описать источники и факторы воздействия морского нефтегазодобывающего комплекса на водные биологические ресурсы.
4. Проанализировать существующие методы оценки ущерба водным биологическим ресурсам при проведении хозяйственной деятельности на морском шельфе.
5. Выполнить расчет ущерба водным биоресурсам при проведении сейсморазведочных работ на двух участках и сравнить полученные результаты.

**Глава 1. Общая характеристика природных условий и водных биологических ресурсов континентального шельфа на объектах исследования**

**1.1. Континентальный шельф Российской Федерации**

Континентальный шельф - это затопленные материковые территории, обладающие субаэральным генезисом и характеризующиеся средними уклонами 0º07 - 0º08 (Павлов, 1980). Шельф ограничен с одной стороны береговой линией, с другой – перегибом поверхности морского дна (бровкой), который переходит к материковому (континентальному) склону.

Долгое время континентальный шельф не мог рассматриваться в качестве источника морских ресурсов. В XX веке промышленный прогресс, способствующий развитию технологий, и большие объемы капиталовложений позволили осваивать шельфовые месторождения и рассматривать их запасы, как неотъемлемое звено для обеспечения развития промышленности и топливно-энергетического комплекса Российской Федерации.

Континентальный шельф - это ценный источник не только минеральных, углеводородных ресурсов морского дна и его недр, но и морских биологических ресурсов. Также важно принимать во внимание тот факт, что шельфовая зона и пространство над ней - это довольно обширная территория, характеризующаяся высокой биологической продуктивностью, которая является как средой обитания для многих организмов, так и районом нагула, через который проходят пути миграции рыб и крупных млекопитающих. Поэтому сохранение водных биологических ресурсов и среды их обитания необходимо не только для поддержания биологического разнообразия и высокой продуктивности, но и для возможности развития рыбохозяйственного комплекса.

Российская Федерация осуществляет масштабную промышленную деятельность на континентальном шельфе, поэтому определение его границ - приоритетная задача не только на государственном уровне, но и на международном.

За внутреннюю границу шельфа принято считать береговую линию, отвечающую современному положению уровня моря или океана. Стоит отметить, что положение этой линии не постоянно и может изменяться в течение суток до 15 км, поэтому внутреннюю границу шельфа проводят по береговой линии при максимальном приливе (Павлов, 1980). Определение внешней границы шельфа - дискуссионный вопрос. Существует несколько подходов к определению внешней границы, а именно геологический и юридически-правовой.

Первый подход использует геологические характеристики дна для определения внешней границы континентального шельфа. Согласно данной концепции шельф - выровненная область подводной окраины материка, характеризующаяся общим с сушей геологическим строением, внешней границей которой является резкий перегиб поверхности морского дна (бровка).

Юридически-правовой подход основывается на Конвенции о континентальном шельфе 1958 г. (г. Женева) и Конвенции Организации Объединенных Наций по морскому праву 1982 г. (г. Монтего-Бее). В Конвенции 1958 года были установлены критерии для определения внешней границы континентального шельфа (глубина и техническая доступность минеральных ресурсов), которые потеряли свою актуальность с технологическим развитием данной отрасли, и поэтому были разработаны новые общеприемлемые правовые нормы по определению континентального шельфа. Согласно 76 статье Конвенции 1982 года континентальный шельф прибрежного государства включает в себя морское дно и недра подводных районов, простирающихся за пределы его территориального моря на всем протяжении естественного продолжения его сухопутной территории до внешней границы подводной окраины материка или на расстояние 200 морских миль от исходных линий, от которых отмеряется ширина территориального моря, когда внешняя граница подводной окраины материка не простирается на такое расстояние.

Таким образом, в Конвенции ООН внешняя граница континентального шельфа зафиксирована на расстоянии 200 миль от территориального моря, в то время как внешняя граница геологического шельфа может быть как ближе, так и дальше этого расстояния. В данном документе приведены обоснования, для каждой из возможных ситуаций:

1. если ширина шельфа меньше 200 морских миль, то шельфом будет считаться все морское дно и его недра до внешней границы, проходящей на расстоянии в 200 морских миль;
2. если ширина шельфа более 200 морских миль, но менее 350 морских миль;
3. если ширина шельфа более 350 морских миль.

Кроме того, если с геологической точки зрения шельф начинается от берега моря, то с правовой – от внешней границы территориального моря, поскольку территориальное море, морское дно и его недра входят в состав государственной территории прибрежного государства.

Правовой статус шельфа Российской Федерации определен Федеральным законом от 30.11.1995 № 187-ФЗ «О континентальном шельфе Российской Федерации», где в соответствии со ст. 1 Федерального закона:

* Континентальный шельф Российской Федерации включает в себя морское дно и недра подводных районов, находящиеся за пределами территориального моря Российской Федерации на всем протяжении естественного продолжения ее сухопутной территории до внешней границы подводной окраины материка.
* Подводной окраиной материка является продолжение континентального массива Российской Федерации, включающего в себя поверхность и недра континентального шельфа, склона и подъема.
* Определение континентального шельфа применяется также ко всем островам Российской Федерации.

Российская Федерация обладает исключительным правом на разведку континентального шельфа, разработку его минеральных ресурсов и водных биоресурсов согласно ФЗ от 17.12.1998 г. № 191 «Об исключительной зоне Российской Федерации» и рядом других законов, специализирующихся на конкретном виде деятельности (ФЗ «О недрах», «О континентальном шельфе», «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» и т.д.).

**1.2 Подходы к пониманию водных биологических ресурсов**

Шельфовая зона и пространство над ней является ценным источником водных биологических ресурсов. Существует несколько подходов к пониманию термина «водные биологические ресурсы» и какие биотические компоненты экосистемы будут включены в данное понятие.

Подходы к определению водных биологических ресурсах имеют несколько общих черт: компоненты среды должны характеризоваться естественной воспроизводимостью и находится в состоянии естественной свободы. Таким образом, к ВБР не относятся организмы, выращиваемые в естественных (искусственных) условиях и на специально подготовленных морских плантациях.

Первый подход рассматривает водные биологические ресурсы с точки зрения права. Согласно ФЗ № 166 от 20.12.2004 г. «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсах» водные биоресурсы - рыбы, водные беспозвоночные, водные млекопитающие, водоросли и другие водные животные и растения, находящиеся в состоянии естественной свободы. В зависимости от характера, направления и протяженности миграций водные биологические ресурсы (рыба и водные животные) подразделяются на 5 видов: анадромные, катадромные, трансграничные, трансзональные и далеко мигрирующие. Главным принципом в сохранении водных биоресурсов является их поддержание или восстановление до уровней, при которых обеспечивается максимальная устойчивая добыча и биологическое разнообразие.

В целях охраны и рационального использования живых организмов континентального шельфа существует перечень, утвержденный Приказом Госкомрыболовства от 10.09.1996 N 169, в который включены виды, относящиеся к некоторым представителям отрядов ракообразных *(Brachiura*, *Lithodidae*) и моллюсков (*Bivflvia*, *Gastropoda*), за исключением видов, способных плавать во взрослом состоянии, а также иглокожие (*Holothurioidea*, *Echinoidea*, *Asteroidea*, *Ophiuroidea)*, кишечнополостные (*Cnidaria*), губки ,(*Porifera*), различные классы водорослей (*Rhodophyta*, *Phaeophyta*, *Chlorophyceae*) и рода высших растений (*Zostera*, *Phyllospadix*).

Таким образом, можно сделать вывод, что данный подход основывается на потребительской ценности видов водных биологических ресурсов, используемых на данном этапе развития общества и технологий.

Экономический подход к пониманию водных биоресурсов можно рассматривать не только как часть правового, но и как самостоятельный подход, который позволяет оценивать стоимость биологических ресурсов. Согласно данному подходу водный биологический ресурс - биоресурс океанов, прибрежных и внутренних морей, рек, озер и искусственных водоемов, входящих в экономическую зону страны (Ивченко, 1969).

Классификация водных биологических ресурсов основывается на степени их изученности и целесообразности вовлечения в хозяйственный оборот, поэтому принято выделять общие, потенциальные, выявленные водные биоресурсы и, непосредственно, сырьевую базу (Журавлева, 2006). Общие водные биоресурсы включают все предполагаемые запасы биологических организмов (живые средообразующие компоненты биосферы), которые при данном уровне развития производственных сил и степени изученности могут быть использованы полностью или в какой-то своей части. Потенциальные - это часть общих ресурсов, которые на данном этапе не могут быть вовлечены в хозяйственный оборот по причине недостаточной изученности. Выявленные водные биологические ресурсы, в свою очередь, являются одной из составляющих потенциальных биоресурсов, достаточно хорошо изучены и могут быть использованы. Потенциальные и выявленные ресурсы представляют собой основу развития сырьевой базы, определяемой как максимально возможной, экономически необходимой и целесообразной частью выявленных ресурсов, которая может быть использована без вреда для их воспроизводства (Ивченко, 1969).

Также стоит выделить экологический поход, который закреплен в Конвенции о биологическом разнообразии, принятой в Рио-де-Жанейро 5 июня 1992 года, где водные биологические ресурсы (биоресурсы в целом) являются компонентами биологического разнообразия, имеющими непреходящую ценность, а также важное экологическое, генетическое, социальное, экономическое и научное значение.

Таким образом, мы приходим к выводу о том, что для каждой конкретной цели, особенно если это касается охраны и режима использования ВБР, существует свое толкование данного термина. Для наших исследований целесообразно использовать синтез правового и экологического подходов, когда под водными биологическим ресурсами мы будем понимать виды рыб, водных беспозвоночных и млекопитающих, водорослей, которые находятся в состоянии естественной свободы и способны к размножению в естественных условиях, и имеют важное экологическое, генетическое, социальное, экономическое и научное значение.

**1.3 Природные условия и гидробиологическая характеристика акваторий шельфовой зоны**

**1.3.1 Общая гидробиологическая характеристика экосистем шельфовой зоны**

Районы, в которых осуществляется хозяйственная деятельность, с точки зрения геологических и физических особенностей, относятся к такому типу морских экосистем, как воды континентального шельфа.

Если придерживаться геологической концепции к определению границ шельфа, где континентальный шельф - это подводное продолжение прибрежных участков суши, то важно рассмотреть несколько характерных экологических зон при движении от берега в сторону моря: береговая зона, морская прибрежная зона и эпипелагиаль.

Морское побережье (береговая зона) - полоса, находящаяся на границе между сушей и морем, которая состоит из берегового склона и литорали (приливно-отливной зоны) (Патин, 2017б). Данная зона характеризуется высокой степенью пространственно-временной изменчивости биотических и абиотических факторов. Периодические колебания уровня моря подвержены суточным, сезонным, годовым циклам, зависят от метеорологических процессов, обеспечивают переменчивость физико-химических факторов среды (температура, соленость, газовый режим) и циркуляцию биогенных элементов.

Морская прибрежная зона (прибрежные воды) - экологическая мелководная зона (в среднем 50-100 м), расположенная между линией наибольшего сизигийного отлива и внешней границей шельфа, с протяженностью от нескольких десятков метров до сотен километров. (Патин, 2017б) Верхняя зона (верхняя сублитораль) характеризуется высокой освещенностью, что способствует развитию и скоплению водорослей, формирующих газовый состав вод. Также морская прибрежная зона подвержена терригенному и речному стоку, способствующему привносу биогенных элементов, широкому диапазону колебаний температур и солености. Все выше перечисленные факторы обеспечивают оптимальные условия для высокой продуктивности и биологического разнообразия, а также позволяют популяциям бентосных организмов, планктона и нектона тесно взаимодействовать и образовывать многокомпонентные прибрежные сообщества и комплексы. Исключением является биота арктической и субарктической сублиторали, подавленная из-за воздействия низких температур и ледовых условий акваторий.

Эпипелагиаль - открытые морские акватории в пределах шельфа и за его пределами, которые расположены на достаточно большом расстоянии от берега и не подвержены прямому влиянию терригенного (в т.ч. речного) стока. Сообщества данной зоны (планктон, нектон) зачастую не имеют трофической связи с донными сообществами и отличаются низкой продуктивностью и биомассой (Патин, 2017б). Исключением являются районы аппвелинга (с англ. *upwelling*), где за счет поднятия холодных глубинных вод, богатых биогенными элементами, формируются наиболее продуктивные области, вокруг которых сосредоточено крупное промысловое рыболовство.

Таким образом, вследствие благоприятного сочетания абиотических (температура, соленость, солнечная радиация, циркуляция водных масс, газовый состав, содержание биогенных элементов) и биотических факторов, имеющих различное происхождение (зоогенное, фитогенное и микробиогенное), в морских экосистемах шельфовых зон формируются и развиваются сложные биотические сообщества, обладающие значительной величиной биомассы, и относительно активно протекают продукционно-деструкционные процессы.

В зависимости от условий существования и типа морских экосистем формируется характерный видовой состав гидробиоты, свойственный определенной акватории. Однако морские гидробиоценозы обладают общими принципами организации, что позволяет выделять такие экологические комплексы, как бентос, планктон и нектон.

Первый комплекс - бентос, состоящий из 2 компонентов: эпифауны и инфауны. Эпифауна (эпибентос) - организмы, прикрепившиеся к поверхности или свободно передвигающиеся по субстрату. Представители инфауны (эндобентоса) закапываются в субстрат или строят трубки и поры (Одум, 1986; Погребов, 2001).

Второй комплекс образуют обитатели толщи воды - пассивный планктон и активно плавающий нектон. Различия между этими группами носят биогидродинамический характер. Планктон образован фитопланктоном и зоопланктоном. Фитопланктон - одноклеточные водоросли и цианобактерии, характерной особенностью которых является способность к фотосинтезу. Зоопланктон - мелкие животные, значительную часть которых составляют рачки и меропланктон (сезонный планктон), представленный пелагическими личинками донных организмов (моллюсков, ракообразных и т.д.).

Нектон - совокупность водных и, как правило, активно плавающих организмов, состоящая из млекопитающих (дельфиновые, китообразные, ластоногие) и пелагических рыб. Стоит отметить, что большинство гидробионтов может менять свою принадлежность к тому или иному экологическому комплексу в зависимости от стадии онтогенеза. Например, нектонный образ жизни свойственен только взрослым особям рыб, а личинки и молодь ведут себя как планктон.

Данный факт важно принимать во внимание, потому что антропогенное воздействие (в особенности физическое и(или) химическое), прежде всего, влияет на молодь рыб и зоопланктон. В дальнейшем это может отрицательно сказаться на численности и демографической структуре популяций биологических ресурсов, что может повлиять на устойчивость морской экосистемы. Трофическая структура экосистем является основным фактором, определяющим ее устойчивость, поэтому любое воздействие на компоненты пространственно-энергетических взаимоотношений может иметь серьезные негативные последствия. Из-за разнообразия трофических структур и входящих в их состав трофических групп необходимо рассмотреть трофические структуры Баренцева и Охотского морей по отдельности.

**1.3.2 Биоресурсы и природные условия Баренцева моря**

Баренцево море признано наиболее продуктивным из Арктических морей за счет проникновения относительно теплых атлантических вод. Морские экосистемы Арктики молоды и характеризуются низкими пирамидами трофических цепей. Как правило, относительно короткие пищевые цепи, включающие небольшое количество видов, определяют низкую устойчивость гидробиоценоза, однако, данный «недостаток» компенсируется высокой численностью популяций, широкой распространенностью и хорошей приспособленностью к неблагоприятным условиям обитания.

Положение Баренцева моря в высоких широтах за полярным кругом и непосредственная связь с Атлантическим океаном определяют основные черты климата. В целом оно имеет полярный морской климат, который характеризуется продолжительной зимой, коротким холодным летом, малой годовой амплитудой температуры воздуха. Баренцево море принадлежит к морям приливного типа. характеризуется сложной системой теплых и холодных течений, наличием берегового стока, протяженностью фронтальных термохалинных зон, особенностями ледового (море ледовитое, но никогда полностью не замерзает) и гидрохимического режима, длительным периодом полярной ночи, влияющим на фотосинтетические процессы (Дудина, 2014). Все вышеперечисленное создает уникальные условия для функционирования баренцевоморской экосистемы.

В морских экосистемах первостепенную роль играют первичные продуценты, во многом определяющие структуру и протекание биологических процессов. В окраинных шельфовых морях фитопланктон, микрофитобентос, ледовые микроводоросли и водоросли-макрофиты участвуют в создании органического вещества. Для Баренцева моря кормовой базой для зоопланктонных и бентосных организмов, а также для некоторых видов рыб (*Clupea harengus*, *Boreogadus saida*) служат диатомовые водоросли (Дудина, 2014).

Баренцевоморский пелагический комплекс представлен тремя ключевыми видами – мойвой (*Mallotus villosus*), сельдью(*Clupea harengus*) и сайкой (*Boreogadus saida*), которые также являются основными рыбопромысловыми видами. Через них проходит основной поток энергии и вещества от низших трофических уровней к высшим: хищным рыбам, важнейшими из которых являются тресковые (*Gadus morhua*), морским млекопитающим и птицам.

Фауна морских млекопитающих насчитывает 17 видов, относящихся к 2 отрядам: китообразные (12 видов) и хищные (5 видов - ластоногие и белый медведь).

Таким образом, климатические, гидрометеорологические условия и короткие пищевые цепи делают морскую экосистему Баренцева моря уязвимой к хозяйственной деятельности, оказывающей воздействие не только на биологическое разнообразие, соотношение численности видов, но и на экосистему в целом.

**1.3.3 Биоресурсы и природные условия Охотского моря**

Охотское море - сложная гидрологическая система в которой происходит интенсивный водообмен с акваторией Тихого океана и Японским морем. Из-за сложного взаимодействия холодных и теплых течений, особенностей рельефа данная акватория отличается циклоническим характером циркуляции вод. Несмотря на то, что море расположено в муссонной климатической зоне умеренных широт, ему свойственны некоторые особенности климата арктических морей, а именно продолжительная зима, которая способствует выхолаживанию морской поверхности и интенсивному льдообразованию. Поэтому данную акваторию принято относить к наиболее холодным среди дальневосточных морей.

Дальневосточный регион признан одним из центров рыбохозяйственной промышленности России, на который приходится около 65 % всего улова (Рыбная промышленность…, 2016). Охотское море не является исключением, так как в нем сосредоточено значительное разнообразие не только ихтиофауны, но и донных беспозвоночных организмов, водорослей.

Основу водной растительности прибрежных вод составляют бурые водоросли - ламинария и фукусы. В фитопланктоне преобладают холодолюбивые диатомовые и динофитовые водоросли.

Ихтиофауна акватории Охотского моря насчитывает около 140 видов из 39 семейств (осетровые, лососевые, тресковые, камбаловые, сиговые и т.д.), где около 60 % от общего числа видов рыб ведут нектобентосный образ жизни. Зоопланктонофаги, в рационе которых преобладают представители ракообразных (*Euphausiacea*, *Copepoda*, *Hypeiidae*), составляют большую часть, также имеются хищные виды, предпочитающие головоногих моллюсков и крабов (Чучукало, 2006). Основу биомассы нектона составляют минтай (*Theragra chalcogramma*), сельдь (*Clupea pallasii*), представители лососевого семейства (горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*), кета (*Oncorhynchus keta*), кижуч (*Oncorhynchus kisutch*) и треска (*Gadus*) (Лапко, 1996).

Помимо промысловых видов рыб и беспозвоночных в Охотском обитает более 20 видов млекопитающих (усатые и зубатые киты, моржи, тюлени, сивучи и т.д.), которые выполняют важные экосистемные функции в качестве хищников на третьем, четвертом и пятом трофических уровнях.

Состав и интенсивность питания представителей высших трофических уровней зависят от естественных нагульных миграций и подвержены сезонным колебаниям из-за климатических, гидрометеорологических условий. Особую роль в данном процессе выполняют прибрежные воды, которые являются источником планктона и бентоса для многих ценных видов рыб и млекопитающих, находящихся под угрозой исчезновения.

Охотское море является регионом с активно развивающейся хозяйственной деятельностью - коммунально-бытовые и промышленные стоки, морской транспорт, рыбохозяйственная деятельность, геологоразведочные работы и разработка шельфовых месторождений. Данные виды деятельности напрямую влияют на биотические компоненты экосистемы (химическое загрязнение, изъятие водных биологических ресурсов), что может сказаться на ее биоразнообразии.

**Глава 2. Характеристика воздействия на водные биологические ресурсы при хозяйственной деятельности в пределах континентального шельфа**

**2.1 Виды хозяйственной деятельности на морском шельфе**

Морская шельфовая зона на протяжении длительного времени является регионом, активно использующимся в хозяйственной деятельности. Данный район подвержен различным формам антропогенного воздействия: от непосредственного изъятия ресурсов, до использовании акватории для реализации производственной деятельности без изъятия.

Основными видами деятельности на морском шельфе являются рыболовство, судоходство (морской транспорт), добыча нефти, газа и твердых полезных ископаемых также следует выделить промышленную индустрию, которая осуществляет сброс промышленных сточных вод.

В результате антропогенного (техногенного) воздействия в экосистеме наблюдаются отклонения от фоновых физико-химических показателей, изменения состояния биоты, нарушение структуры сообществ, трофических связей, снижение рыбохозяйственной ценности акватории. В зависимости от вида хозяйственной деятельности и характера последствий, антропогенное воздействие может отличаться по степени опасности и масштабами воздействия (локальный, региональный, глобальный).

Каждый вид деятельности характеризуется своими факторами антропогенного воздействия, которые описаны в таблице № 1.

Таблица 1. Виды хозяйственной деятельности на морском шельфе

|  |  |
| --- | --- |
| **Хозяйственная деятельность** | **Факторы воздействия** |
| Рыбохозяйственная промышленность | Селективное изъятие биоресурсов, перелов, сбросы приловов, физическое повреждение, загрязнение морской среды нефтепродуктами |
| Судоходство и морские перевозки | Сброс судовых отходов,балластных, льяльных вод, аварии танкеров, физические воздействия |
| Добыча полезных ископаемых | Выемка грунта (взмучивание, нарушение целостности дна), шумовое воздействие |
| Добыча углеводородных ресурсов | Ударная волна, звуковой импульс, строительство платформ, прокладка трубопроводов, аварийные ситуации |

Характерной чертой современной экологической ситуации в морской шельфовой зоне является совмещение областей повышенной биопродуктивности с районами наиболее интенсивного антропогенного воздействия (Патин, 2015). Образцовыми примерами данной тенденции являются шельфовая зона Баренцева и Охотского морей.

С 80-х годов XX века началось широкомасштабное освоение нефтегазовых ресурсов западно-арктических и дальневосточных районов шельфа.Для Охотского и Баренцева моря морская нефтегазодобывающая отрасль в ближайшем обозримом будущем будет оказывать воздействие, отличающееся своей продолжительностью, локализованностью и разнообразием факторов в зависимости от этапа освоения месторождений. Развитию данной отрасли способствует большой потенциал сырьевой базы и энергетические стратегические инициативы Российской Федерации.

**2.2. Углеводородные ресурсы континентального шельфа РФ**

Современная морская база Российской Федерации углеводородных ресурсов занимает площади равные 6,2 млн км2 (4,2 млн км2 в пределах исключительной экономической зоны).

Начальные суммарные ресурсы (НСР) углеводородов шельфовых зон России по имеющимся оценкам (01.01.2004 г.) составляют около 136 млрд т нефтяного эквивалента, извлекаемые ресурсы – около 100 млрд т условного топлива, в том числе 17 млрд т нефти и конденсата, 79 трлн м3 газа (Дмитриевский, Белонин, 2004).

Арктическая континентальная окраина России является главной резервной базой углеводородного сырья. Главной особенностью нефтегазового потенциала арктического шельфа - значительное преобладание в нем газовой составляющей, в соотношении приблизительно 91 к 9. Согласно региональным геолого-геофизическим исследованиям данный морской регион занимает 1 место по величине начальных суммарных геологических ресурсов и разведанных запасов (Иванов и др., 2009). Доля НСР составляет 87,5 %, основная часть которой приходится на западно-арктический район - 75,1 %. По разведанным запасам углеводородов неоспоримым преимуществом среди всех морей РФ обладают Баренцево и Карское моря - 43 % и 34 % соответственно.

В Западно-Арктической шельфовой нефтегазоносной провинции наиболее значительные ресурсы углеводородного сырья обнаружены на шельфе Баренцева, Печорского и Карского морей. Было открыто 4 нефтегазоносные провинции (НГП) - 2 из которых относятся к самостоятельным шельфовым нефтегазоносным бассейнам (Западно-Баренцевская НГП, Восточно-Баренцевская НГП); и 2, являющиеся акваториальными продолжениями бассейнов суши - Тимано-Печорская НГП, Западно-Сибирская НГП. Также выделяют самостоятельные нефтегазовые области (НГО): Баренцевоморская НГО, Северо-Карская и Южно-Карская НГО, Обско-Тезовская НГО (Козлов, 2006).

В пределах провинций и областей было выявлено около 17 промышленных нефтяных, нефтегазоконденсатных и газовых месторождений, большая часть которых, относится к крупным и уникальным месторождениям (Приложение 1). Большая концентрация месторождений, обладающих большим ресурсным потенциалом и разведанными запасами, дает основания для их интенсивного освоения и развития морского нефтегазодобывающего комплекса в целом.

Начальные суммарные ресурсы шельфа дальневосточных морей оцениваются в 10,5 млрд т нефтяного эквивалента, а площадь перспективных в нефтегазоносном отношении районов оценивается величиной около 1 млн км2. Следовательно, на современном этапе развития морской нефтегазодобывающей отрасли имеются основания рассматривать дальневосточный шельф в качестве перспективного в нефтегазоносном отношении района.

Геологическая оценка нефтегазоносности показала, что шельфовая зона содержит около 82 % всех ресурсов Дальневосточного региона. Все разведанные месторождения сосредоточены на шельфах Охотского, Берингова и Японского морей. Согласно нефтегазогеологическому районированию выделяют несколько нефтегазоносных провинций - Притихоокеанская НГП, Охотоморская НГП и Япономорская НГП, которые делят на нефтегазоносные и перспективно нефтегазоносные области (ПНГО). Также имеется область выделяемая вне провинций - Анадырско-Наваринская НГО.

Охотоморская нефтегазоносная провинция признана самой богатой провинцией на Дальнем Востоке, так как в ней сосредоточено 77 % всех ресурсов, которые распределены на обширной площади акватории Охотского моря, Татарского пролива, а также западного побережья Камчатки и о. Сахалин. Данная провинция включает в себя 1 перспективный нефтегазоносный район (Гижигинский) и 9 нефтегазоносных и перспективно нефтегазоносных областей: Западно-Камчатская, Северо-Сахалинская и Южно-Сахалинская НГО, Тинровская, Шантарско-Лисянская, Дерюгинская, Северо-Охотская, Центрально-Охотская и Южно-Охотская ПНГО.

Начальные суммарные ресурсы углеводородов акватории Северо-Сахалинской нефтегазоносной области оцениваются в 6495,2 млн т нефтяного эквивалента, что составляет около 40 % НСР дальневосточных акваторий. Также к подобным областям, вносящих значительную долю, относят Западно-Камчатскую НГО (3103, 2 млн т нефтяного эквивалента - 19 %), Шантарско-Лисянскую ПНГО (1658, 1 млн т нефтяного эквивалента - 10 %), Северо-Охотскую ПНГО (1376,6 млн т нефтяного эквивалента - 8 %) (Маргулис и др., 2012).

Таким образом, шельф о. Сахалин - является одним из основных нефтегазодобывающих районов России, на котором открыто и разведано более 10 крупных месторождений. На сегодняшний день на Сахалине реализуются долгосрочные проекты - «Сахалин-1», «Сахалин-2» и «Сахалин-3».

Таким образом, можно сделать вывод, что данные, полученные при геолого-геофизических исследованиях, свидетельствуют о значительных запасах углеводородного сырья морских российских акваторий. Подавляющая часть ресурсов приурочена к морям Западной Арктики и Дальнего Востока. Однако, важно иметь в виду, что разведка и освоение месторождений в данных регионах осложнены из-за суровых климатических, гидрометеорологических условий и слабо развитой промышленно-транспортной инфраструктуры.

Достаточно часто районы залегания нефтегазовых и газоконденсатных шельфовых месторождений сопряжены с районами с высокой биологической продуктивностью и рыбного промысла. Поэтому при разработке проектов освоения месторождений особое место занимают мероприятия, направленные на защиту морских водных биологических ресурсов, подразумевающие предотвращение или сведение к минимуму негативных последствий. Также проводится оценка ущерба морским биоресурсам при выполнении проектных работ и осуществляются компенсационные (восстановительные) мероприятия по искусственному воспроизводству водных биоресурсов.

**2.3 Источники и факторы воздействия нефтегазового комплекса на водные биологические ресурсы**

Проведение хозяйственной деятельности на континентальном шельфе регламентируется Федеральными законами «О континентальном шельфе» от 30 ноября 1995 г. и «О недрах» от 21 февраля 1992 г. Согласно этим документам участки континентального шельфа могут предоставляться для регионального геологического изучения, чтобы в перспективе провести оценку нефтегазоносности крупных районов и в дальнейшем заниматься их разработкой.

Морская нефтегазодобывающая отрасль промышленности характеризуется большим объемом видов работ, необходимых для освоения нефтегазовых ресурсов. Каждый вид деятельности характеризуется масштабностью, продолжительностью, интенсивностью воздействия и своим набором источников негативного воздействия, которые в той или иной степени влияют на водные биологические ресурсы и экосистемы в целом.

Разнообразие видов работ обусловлено рядом последовательных этапов, необходимых для освоения шельфовых нефтегазовых месторождений (Патин, 2017а):

1. Геофизические съемки и геотехнические изыскания

2. Разведочно-поисковые буровые работы

3. Подготовка и обустройство месторождения

4. Эксплуатация

5. Завершение и ликвидация

Первый этап состоит из сейсмической разведки и геотехнических работ. Сейсморазведочные работы проводятся для детального изучения геологического строения. Существует 2 вида сейсморазведки - 2D и 3D. Их отличие заключается в том, что при проведении 3D морских работ судно буксирует несколько сейсмокос по заданному курсу, а при 2D происходит буксировка группового пневмоисточника. В комплекс геотехнических работ входит зондирование поверхности и опробование поверхностных слоев грунта.

К факторам воздействия на данном этапе относятся:

-упругие колебания, образующиеся при работе пневмоисточников, вызывающих гибель зоопланктона и молоди в зоне распространения сигнала, а также различные поведенческие реакции;

-подводный шум, основными источниками которого будут гребные винты, двигатели и пневмоисточники;

-повышение мутности воды, вследствие проведения геотехнических работ, нарушающих целостность морского дна;

- технологические воды, используемые для охлаждения судовых механизмов.

В районах с установленной или возможной нефтегазоносностью начинаются разведочно-поисковые буровые работы. Это подготовительный этап перед началом разработки, главной целью которого является изучение характеристик месторождения и уточнение промысловых запасов. Разведочные работы включают в себя строительство разведочных скважин, их опробование и операции с передвижными буровыми установками. На данном этапе помимо нарушений на дне и взмучивания воды, характерно шумовое воздействие.

По окончании этапа разведочно-поисковых работ наступает обустройство месторождения для последующей эксплуатации. Подготовка месторождения связана с масштабными работами по изъятию и перемещению значительных объемов грунта (дноуглубительные работы, дампинг и т.д.), что приводит к изменению условий обитания гидробиоты и переотложению осадочного материала. Для данного этапа характерно судоходство, связанное со строительными работами по установке стационарных платформ, прокладке трубопроводов, буксировкой, вывозом отходов. Характер последствий при подготовке и обустройстве месторождений сравним с предшествующим этапом (Патин, 2017а).

Непосредственно этап эксплуатации характеризуется бурением и технологическими, промысловыми и транспортными операциями. На данном этапе образуются буровые отходы, состоящие из отработанного бурового раствора и буровых шламов (остатки пород). С физико-химической точки зрения буровые растворы представляют собой эмульсионную смесь, состоящую из морской воды на 80-90%, нефтяных углеводородов, суспензии глинистых материалов, неорганических солей. В случае, когда не предусмотрен запрет на залповые сбросы буровых отходов, они оказывают локальные, кратковременные и обратимые воздействия на фито- и зоопланктон, и полностью исключают прямое поражающее воздействие на ихтиофауну и морских млекопитающих (Отчет ВНИРО, 1998). Важно отметить, что в Российской Федерации Национальным стандартом 53241-2008 был введен полный запрет на сброс и захоронение промышленных отходов в морское пространство (ГОСТ Р 53241-2008).

В процессе эксплуатации месторождения образуются пластовые воды - минерализованные природные воды, извлекаемые из недр и содержащие в своем составе остатки сырой нефти и технологические реагенты с примесями. При сбросе в акваторию по характеру воздействия пластовые воды схожи буровыми. В России в качестве предпочтительного способа удаления пластовых вод является их закачивание в специальные нагнетательные скважины с предварительной очисткой (допустимое содержание нефти и механический примесей, рН и т.д.).

Единственными серьезными факторами воздействия можно считать разливы топлива, горюче-смазочных материалов в случае аварийных ситуаций, связанных с повреждением оборудования при исследовательских работах, и аварийные разливы нефтепродуктов в ходе эксплуатации.

Разливы углеводородов по-разному воздействуют на морскую биоту в зависимости от объема, времени года, погодных условий, химических характеристик нефтепродуктов и результативности работ по ликвидации разливов. Принято выделять следующие виды воздействия разливов: от кратковременного острого (гибель в отдельных случаях) до хронического на уровне особей, популяций и сообществ.

От разливов углеводородов больше всего страдают птицы, молодь рыб и водные беспозвоночные, гибель которых приходится на первые часы или дни после разлива. Планктонные сообщества испытывают незначительное воздействие из-за естественного рассеивания, разбавления, испарения и фотохимического разложения нефтепродуктов и высокой скорости воспроизводства популяции.

Конечным этапом освоения нефтегазоносных месторождений должно быть выведение платформ, трубопроводов и других технических сооружений из эксплуатации. Взрывные работы и шумовые эффекты – являются главными факторами воздействия на водные биологические ресурсы.

Таким образом, проанализировав каждый этап, можно выделить два основных вида факторов воздействия морского нефтегазодобывающего комплекса на экосистему и ее биоресурсы - физическое и химическое. Физическое воздействие, проявляющееся в работе пневмоисточников, шумовом воздействии, повышении мутности воды, нарушениях целостности дна, имеет более широкий список источников и является более продолжительным, так как оказывается на протяжении всех этапов данного вида деятельности. Химическое воздействие (аварийный разлив нефтепродуктов) практически сведено к минимуму за счет международных требований и соглашений, договоров, регламентирующих предотвращение разливов нефтепродуктов и ликвидацию аварийных ситуаций, документов и стандартов в области производственной экологической безопасности и охраны окружающей среды.

Стремление хозяйствующего субъекта снизить или предотвратить негативные последствия, проявляется в принятии ряда мер, касающихся характеристик судов, технологических процессов, нормативов и правил по обращению с отходами и сбросами, мероприятий по компенсации ущерба водным биологическим ресурсам.

**Глава 3. Методы расчета ущерба водным биологическим ресурсам**

**3.1 Понятие ущерба водным биологическим ресурсам**

В законодательстве, регулирующем отношения в сфере рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов, между терминами «ущерб» и «вред» отсутствуют четкие разграничения и они используются как синонимы, поэтому и в данной работе мы будем считать их равнозначными.

С точки зрения права, вред - это совокупность отрицательных последствий правонарушения (Малеин, 1968). В случае, когда говорят о водных биоресурсах, ущерб может быть причинен как вследствие нарушения законодательства в области рыболовства и сохранения водных биологических ресурсов, незаконного вылова водных биологических ресурсов, так и в ходе хозяйственной деятельности, которая выполняет мероприятия, по предупреждению негативных последствий, однако по ряду причин, связанных со спецификой данной деятельности, предотвратить или снизить негативные последствия не представляется возможным. Поэтому правовое определение данного термина не совсем подходит для наших исследований.

В статье, посвященной сравнительному анализу подходов к возмещению вреда водным биоресурсам (Торцев и др., 2017), под термином «вред» понимается негативное изменение состояния естественных популяций водных биологических ресурсов в результате антропогенного воздействия.

Полноценно количественно и качественно оценить ущерб (вред) водным биологическим ресурсам не представляется возможным из-за сложностей функционирования гидробиоценозов, трофических структур и взаимосвязей между его компонентами. Это обусловливает существование нескольких подходов к оценке ущерба, основными из которых является организационно-правовой и экосистемный, каждый из которых будет рассмотрен более подробно в последующих главах. Однако независимо от подходов на практике существует 2 формы исчисления размера вреда водным биологическим ресурсам: натуральное, т.е. используют массовые эквиваленты (кг, т, кг/м3), и стоимостное (руб.). При этом учитываются потери как из-за прямого, так и косвенного воздействия, вызывающего гибель или снижение продуктивности водных биоресурсов на всех стадиях их жизненного цикла, и гибель или снижение продуктивности их кормовой базы (например, зоопланктона).

В данной работе мы будем придерживаться точки зрения, когда под термином «вред»(«ущерб») понимается изменение количественных (численность, плотность, биомасса) характеристик популяций как под действием прямых, так и косвенных факторов воздействия.

**3.2 Подходы к оценке ущерба водным биологическим ресурсам**

**3.2.1 Организационно-правовой подход**

В рамках организационно-правового подхода оценка ущерба водным биоресурсам может осуществляться двумя способами: таксовым и расчетным. Таксовый способ оценки ущерба применяется, когда уничтожают или повреждают отдельных живых организмов. Правовая природа таксовой оценки связана с платежами за ненормативное пользование природными ресурсами, поскольку определяет экономический эквивалент их стоимости. Данный способ оценки состоит из 2 компонентов: возмещение реальной цены ресурса и штрафной коэффициент (индексация) (Аверьянов и др., 2018). В рамках нашего исследования данный способ не применяется, так как воздействие морского нефтегазодобывающего комплекса происходит не на отдельно взятого представителя вида гидробиоты, а сразу на целые группы гидробионтов, находящиеся в зоне воздействия. Поэтому мы рассмотрим только расчетный метод в рамках организационно-правового подхода.

Расчетный метод закреплен в методике исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам, утвержденной приказом Росрыболовства (ФАР) от 25.11.2011 г. № 1166. В данной методике для цели данной работы предусмотрен III раздел «Расчет размера вреда водным биоресурсам от осуществления планируемой хозяйственной и иной деятельности, влияющей на состояние ВБР и среды их обитания» существующей методики.

Расчет размера вреда водным биоресурсам выполняется при:

* планировании строительства, реконструкции объектов капитального строительства, размещения объектов хозяйственной деятельности, влияющих на состояние водных биологических ресурсов и среду их обитания;
* оценке рисков;
* оценке возможных последствий аварийных ситуаций на состояние водных биоресурсов.

Определение последствий негативного воздействия на водные биологические ресурсы необходимо проводить при установке стационарных платформ (их оснований), буровых установок, поиске, разведке и разработке нефтегазовых месторождений, добыче углеводородного сырья.

Последствия негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности определяются по результатам оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС). В рамках ОВОС проводят оценку современного состояния компонентов окружающей среды, идентификацию опасностей и факторов воздействия, выделяют группы гидробионтов, на которые будет оказываться воздействие в ходе освоения месторождения, и оценивают риск возникновения нежелательных событий с учетом неблагоприятных гидрометеорологических условий, времени года, экологических особенностей и характера использования акватории.

Таким образом, мы приходим к выводу о том, что данный метод оценивает последствия негативного воздействия на водные биоресурсы до их фактического наступления.

В рамках данного подхода (расчетный метод) проводят количественную оценку вреда (ущерба). Он включает в себя описание механизмов расчета ущерба при определенных факторах воздействия и для определенных групп организмов (фитопланктон, зоопланктон, ихтиофауна, зообентос, млекопитающие и т.д.). При этом используются различные коэффициенты и параметры, учитывающие масштабы и интенсивность воздействия, плотность биомассы промысловых видов, состояние их кормовой базы и некоторые другие показатели.

Стоит отметить, что данный подход предусматривает ситуации, когда данных о состоянии водного объекта недостаточно для расчета ущерба, причиненного водным биологическим ресурсам. В таком случае могут использоваться сходные биологические данные по водному объекту, аналогичному по рыбохозяйственному значению и биологическим показателям. Значения рассчитанных в методике биопродукционных показателей для разных водных объектов зависят во многом от степени изученности данных водных объектов, и, поэтому могут возникать расхождения при расчете размера ущерба водным биоресурсам.

В исследованиях на схожую тематику (Белоусова, 2016; Аверьянов и др., 2018) также отмечаются следующие недостатки, присущие данному методу: не учитывается ущерб, причиненный в период самовосстановления экосистемы; не принимаются во внимание региональные и местные особенности водных объектов.

Организационно-правовой подход рассчитан на мероприятия, направленные на возмещение вреда, наносимого водным биоресурсам. Основным направлением проведения мероприятий по возмещению вреда является искусственное воспроизводство водных биоресурсов (выращивание и выпуск молоди).

На этапе оценки воздействия намечаемой деятельности при определении потерь биомассы берутся планктонные группы преимущественно морских видов гидробионтов. В рамках реализации компенсационных мероприятий не исключается искусственное воспроизводство анадромных и пресноводных видов рыб, относящихся к объектам традиционного рыболовства. Также на практике во многих регионах не хватает или рыборазводных заводов, или недостает воспроизводственных мощностей, чтобы произвести необходимые объемы, предназначенные для компенсации (Турчин, 2015).

Также, важно отметить, что методика - строго регламентирована, что может сказываться на своевременности и эффективности проведения компенсационных мероприятий. Действующими нормативными документами не предусматриваются показатели оценки эффективности компенсационных мероприятий, механизмы мониторинга и контроля их достижения (Торцев и др., 2017). Основными органами, контролирующими хозяйствующий субъект и исполнение им компенсационных мероприятий, являются территориальные управления Федерального агентства по рыболовству (ФАР) и ФГБНУ «ГосНИОРХ».

**3.2.2 Альтернативные подходы к оценке ущерба**

К одному из наиболее распространенных подходов, который предусматривает не столько оценку ущерба (вреда), причиненного водным биологическим ресурсам, сколько оценивает антропогенные эффекты в морской среде и гидробионтах, относится экосистемный подход.

Экосистемный подход предполагает оценку воздействия морского нефтегазодобывающего комплекса с учетом реального (измеренного или рассчитанного) пространственно-временного масштаба воздействия на фоне природной изменчивости показателей состояния биоты (численность, биомасса, видовой состав и др.) (Патин, 2017б). В основе данного подхода лежит допустимость или недопустимость оказываемого воздействия, поэтому экосистемный подход предусматривает оценочные шкалы для ранжирования масштаба воздействия и оценки их последствий (Приложение № 2).

Допустимость того или иного вида техногенного воздействия определяется на основании экологических критериев (условий) и порогов нарушений на популяционном уровне. К рекомендованным условиям допустимости воздействия можно отнести случаи, когда (Патин, 2005):

• воздействие и вызываемые им эффекты носят кратковременный или временный характер и ограничены точечным или локальным масштабом;

• экологические последствия разовых воздействий в условиях острого (кратковременного) стресса обратимы и нивелируются за время, сопоставимое со временем воздействия;

• нарушения популяционной численности, запасов и воспроизводства ключевых видов (в т.ч. промысловых) отсутствуют либо неразличимы на фоне их естественной динамики в пределах ареала каждого из видов в районе планируемых или осуществляемых работ.

Пороги нарушений на популяционном уровне представлены следующими градациями:

* порог минимума реакций — до 0,1 % отклонения от средней нормы на локальном уровне для основных популяционных параметров (биомасса, численность и др.) в условиях хронического стресса и до 1% — в условиях острого стресса;
* порог нарушения стационарного состояния (колебаний) — около 10 % от нормы;
* порог постепенной деградации (деструкции) популяций и сообществ — более 50 % от нормы основных параметров.

Данный подход не получил широкого распространения на практике из-за слабой разработки его методических основ - все предложенные пороги и критерии являются ориентировочными. Однако имеются прецеденты, когда данный подход использовался на практике экологической и рыбохозяйственной экспертизы для таких крупных проектов, как «Сахалин-1» и «Сахалин-2». На основании полученных результатов было сделано заключение о допустимости работ и прописаны рекомендации по альтернативным и смягчающим мерам ожидаемого воздействия.

Также имеется целый ряд нестандартизированных методов, которые могут использоваться в качестве дополнительных (вспомогательных) к существующей расчетной методике. Одним из основных критериев к данным методам будет считаться реальность и сопоставимость полученного результата с естественными показателями водной экосистемы.

В качестве примеров можно привести метод анализа ожиданий (экологического риска). Данный метод комплексно подходит к определению ущерба с учетом различных сценариев экологических последствий. Величина ущерба в данном случае принимается как средневзвешенное от производных ущербов при реализации различных вариантов событий и вероятностей их наступления (Аверьянов и др., 2018). Среди других нестандартизированных методов можно назвать различные методы моделирования, метод критических экологических параметров и метод оценки экологической уязвимости акватории.

На данном этапе использование данных методов сильно ограничено. Однако важно иметь в виду, что данные методы способны учитывать многофакторность и многовариантность воздействия на экосистему, неодинаковую экологическую значимость различных территорий и акваторий, просчитывать вред (ущерб) как на период воздействия, так и на период восстановления экосистемы до исходного состояния (Аверьянов и др., 2018). Не исключается возможность, что с их помощью можно будет получить материал для дальнейшего совершенствования существующей нормативной методической базы.

**3.3 Методика расчета ущерба водным биологическим ресурсам при проведении сейсморазведочных работ**

**3.3.1 Общие сведения о методике расчета ущерба водным биологическим ресурсам при проведении сейсморазведочных работ**

При проведении геолого-геофизических изысканий основными факторами, оказывающими воздействие на водную биоту, являются сейсмические сигналы, продуцируемые пневмоисточниками (ПИ) при сейсморазведке, а также шумы двигателей задействованных судов.

При работе пневмоисточников факторами воздействия на различные группы морских организмов выступает ударная волна и звуковой импульс. Спектр ответных реакций живых организмов весьма широк - от поведенческих реакций или обратимых физиологических изменений до летальных поражений или различной тяжести патологических нарушений органов при воздействии упругой волны.

Наиболее опасными являются биологические последствия, которые могут быть вызваны ударной волной, возникающей при быстром освобождении сжатого воздуха, поскольку ее распространение может привести к физическому повреждению морских организмов.

На основе имеющихся количественных данных о воздействии пневмоисточников (ПИ) на различные компоненты биоты (результаты экспериментов СахНИРО в Охотском море на шельфе Сахалина по воздействию ПИ на зоопланктон; Саматов и др., 2000; Векилов и др., 1995) приходим к следующим выводам:

* При проведении морских сейсморазведочных работ прямого повреждающего воздействия ПИ на фитопланктон не происходит. Принято считать, что клетки водорослей в силу своих микроскопических размеров и наличия плотной клеточной оболочки устойчивы к кратковременным механическим воздействиям;
* Воздействие источников звуковых волн на зоопланктон и ихтиопланктон (икра и личинка рыб) существенно зависит от используемых приборов и их частотных характеристик. Именно этим определяется значительный разброс, как в оценках безопасного радиуса воздействия, так и уровня воздействия на используемые водные организмы. Смертность планктонных организмов в этой зоне может достигать величины 80-100%. В целом, воздействие на зоопланктон и ихтиопланктон будет носить пространственно-локальный и кратковременный характер, потери на участках работ будут быстро восполняться за счет привноса организмов с сопредельных участков акватории;

Доля гибнущих организмов (m) для всех основных групп зоопланктона в любой точке пространства вокруг пневмоисточника рассчитывается по данным об объеме (v) пневмоисточника и расстоянии до него (r) по формуле:

m = mo exp (–k r), где

mo - смертность вблизи пневмоисточника (при r = 0), r — расстояние от пневмоисточника, а k — коэффициент экспоненциального ослабления воздействия ПИ при удалении от него.

Параметры mo и k различны для разных групп гидробионтов, и зависят также от рабочего объёма пневмоисточника. Оценка параметра mo, задающего пропорциональный «масштаб» m для приведения к результату множественного воздействия батареи ПИ, выполнена по результатам эксперимента в реальных условиях сейсморазведки, с буксируемой батареей пневмоисточников разного объема (Исследование…, 2005).

Параметр (mo) определяется для каждой группы зоопланктона, т.е.

mo= 1 - e-sv, где

s - эмпирический коэффициент, постоянный для определенной группы зоопланктона, v - объем пневмоисточника.

* При расстояниях больше предельного радиуса воздействия буксируемых пневмоисточников до дна, негативные последствия на донные организмы отсутствуют. На глубоководный бентос оказывается косвенное воздействие в виде положительного эффекта за счет поступления на дно питательного органического вещества погибшего зоопланктона.
* Воздействие сейсмических работ на ихтиофауну выражается в следующем:
* гибель взрослых особей рыб в условиях непрерывной работы пневмоисточников практически исключается;
* воздействие на сеголеток выражается в нарушении некоторых органов (глаз, печени, жабр), функций, снижении интенсивности питания, также возможен летальный исход;
* пелагические рыбы, находящиеся в состоянии естественной свободы, стремятся уйти из районов влияния акустических волн, придонные рыбы, многие их которых в период нагула широко распространены в пелагиали (треска, сайда и др.), уходят на дно или покидают район работ. После проведения сейсморазведочных работ повторная акустическая съемка рыбных скоплений показывает уменьшение количества придонных рыб на 36%, пелагических рыб - на 54%, мелких пелагических видов и молоди более крупных видов - на 13%.
* Для китообразных интенсивные звуки, сопровождающие сейсмическую разведку – потенциальная причина негативных воздействий. Прямое воздействие на организм животного выражается в нарушении слуха - постоянном или временном сдвиге порога слуховой чувствительности. В зависимости от интенсивности воздействия, следствиями сдвига могут быть изменения ареалов обитания (на короткие и длинные периоды времени), маскирование коммуникационных сигналов, помеха возможности акустической интерпретации окружающей среды, временные изменения в поведении и его модификация, стрессы (уменьшение жизнеспособности особей, повышение уязвимости к болезням).

Дельфины проявляют определенную толерантность к звукам пневмоисточников, но при воздействии сильных звуков от находящегося поблизости судна, они иногда проявляют реакции избегания или изменения поведения.

Ластоногие проявляют изменения в поведении и уходят из района работы сейсморазведочного судна.

Стоит отметить, что при проведении сейсморазведочных работ предусмотрены правила для защиты млекопитающих от негативного воздействия:

* работы не начинаются, если на расстоянии 500 метров замечены морские млекопитающие;
* в случае захода охраняемых видов морских млекопитающих в пределы опасной зоны, где возможно физическое повреждение животных, дается незамедлительная команда на выключение сейсмоакустических источников.

Работу возобновляют только после того, как животное выйдет за пределы установленной опасной зоны.

Таким образом, потери водных биологических ресурсов при проведении сейсморазведочных работ складываются из следующих компонентов:

* ущерб рыбам-планктонофагам в результате гибели организмов зоопланктона;
* прямая гибель ихтиопланткона.

Расчет размера вреда водным биоресурсам от гибели кормовых организмов зоопланктона определяется по формуле 5 Методики (Методика …, 2011):

N = B \* (1+P/B) \* W \* KE \* (K3/100) \* d \* 10-3, где

N - потери (размер вреда) водных биоресурсов, кг или т;

В - средняя многолетняя для данного сезона (сезонов, года) величина общей биомассы кормовых планктонных организмов, г/м3;

Р/В - коэффициент для перевода биомассы кормовых организмов в продукцию кормовых организмов (продукционный коэффициент);

W - объем воды в зоне воздействия, в котором прогнозируется гибель кормовых планктонных организмов, м3;

KE - коэффициент эффективности использования пищи на рост (доля потребленной пищи, используемая организмом на формирование массы своего тела)

K3 - средний для данной экосистемы (района) и сезона (года) коэффициент (доля) использования кормовой базы, %;

d - степень воздействия, или доля количества гибнущих организмов от общего их количества, в данном случае отношение величины теряемой биомассы к величине исходной биомассы, в долях единицы.

Расчет размера вреда водным биоресурсам от гибели ихтиопланктона (пелагической икры и личинок рыб) рассчитываются по формуле 4а Методики (Методика …, 2011):

N = nПИ \* W \* (K1/100) \* р \* d \* θ \* 10-3, где

N - потери (размер вреда) водных биоресурсов, кг или т;

nПИ - средняя за период встречаемости данной стадии или весовой категории концентрация (численность) икры, личинок или ранней молоди в зоне воздействия, экз./м3;

W - объем воды в зоне воздействия, в котором прогнозируется гибель икры, личинок или ранней молоди видов водных биоресурсов, которые используются или могут быть использованы в целях рыболовства, м3;

K1 - коэффициент пополнения промыслового запаса (промысловый возврат), %;

р - средняя масса рыб промысловых размеров, г, кг;

d - степень воздействия, или доля количества гибнущей икры, личинок, ранней молоди от их общего количества, в долях единицы;

θ - величина повышающего коэффициента, учитывающего длительность негативного воздействия намечаемой деятельности и время восстановления (до исходной численности, биомассы) теряемых водных биоресурсов.

**3.3.2 Расчет ущерба водным биологическим ресурсам на лицензионных участках в Баренцевом и Охотском морях**

***Долгинский лицензионный участок***

Долгинский лицензионный участок (ЛУ) расположен в Баренцевом море на юго-западном шельфе о. Новая Земля с глубиной от 15 м (на юге) до 80 м (север), на большей части 40 - 50 м (рис. 1). На Долгинском ЛУ для изучения геологического строения продуктивных и перспективных пластов, выявления новых перспективных объектов на нефть и газ, подготовки выявленных объектов к разведочному и эксплуатационному бурению были проведены сейсморазведочные работы.

|  |
| --- |
| Рисунок 1. Долгинский лицензионный участок  Источник: Дочернее общество «Газпром нефть» |

Исследования воздействия нефтегазодобывающей отрасли, представленной в ОВОСе для Долгинского ЛУ, основываются на результатах экосистемных исследований (комплекса гидролого-гидрохимических и гидробиологических исследований), проведенных в акватории Охотского моря в непосредственной близости от платформ Пильтн-Астохском и Луньском месторождений. Поэтому можно считать, что в рамках существующей методики оценки ущерба водным биологическим ресурсов, полученные результаты применимы и для водных биоресурсов Охотского моря.

Сведения о показателях, использующихся при расчетах размера вреда водным биоресурсам при проведении программ морских сейсморазведочных работ, были получены от дочернего общества «Газпром нефть» .

Расчет ущерба рыбным запасам при реализации геологоразведочных программ выполняется на основе утвержденной методики, усредненной исходной информации о фоновом состоянии водных биоресурсов в районе проектируемой деятельности и исходных проектных данных по проектам-аналогам.

На практике применяют просуммированную величину убыли биомассы умноженную на количество импульсов ПИ по формуле:

B\*d\*W = MVобщ. \* n, где

MVобщ. - это просуммированная величина убыли биомассы MV всех таксономических групп зоопланктона (MVобщ.=ΣMV);

n - количество импульсов пневмоисточников на всем маршруте.

Для расчета потерь от гибели ихтиопланктона, применяют следующую формулу

nПИ \*d\*W= MVобщ.\* n, где

MVобщ - это просуммированная величина убыли численности (nПИ) икры и личинок рыб;

n- количество импульсов пневмоисточников на всем маршруте.

Стоит отметить, что коэффициент θ - не учитывается в расчетах, так как воздействие носит непродолжительный характер.

Таким образом, используя вышеописанные формулы, показатели биопродукционных коэффициентов для Баренцева моря (Приложение № 3) и исходные проектные данные, расчет ущерба ВБР представлен в табличной форме (таблица 2 и 3).

Таблица 2. Расчет ущерба рыбным запасам (N) от гибели кормового зоопланктона при сейсморазведочных работах 3D

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Источник  воздействия | Число пунктов взрывов, тыс. шт. | Общая убыль зоопланктона, мг | 1+Р/В | КЕ | K3/100 | 10^-6 | Величина ущерба, N кг |
| 3D-cейсмика | 222 604 | 211697,03 | 6 | 0,24 | 0,1675 | 10-6 | 11366,45 |

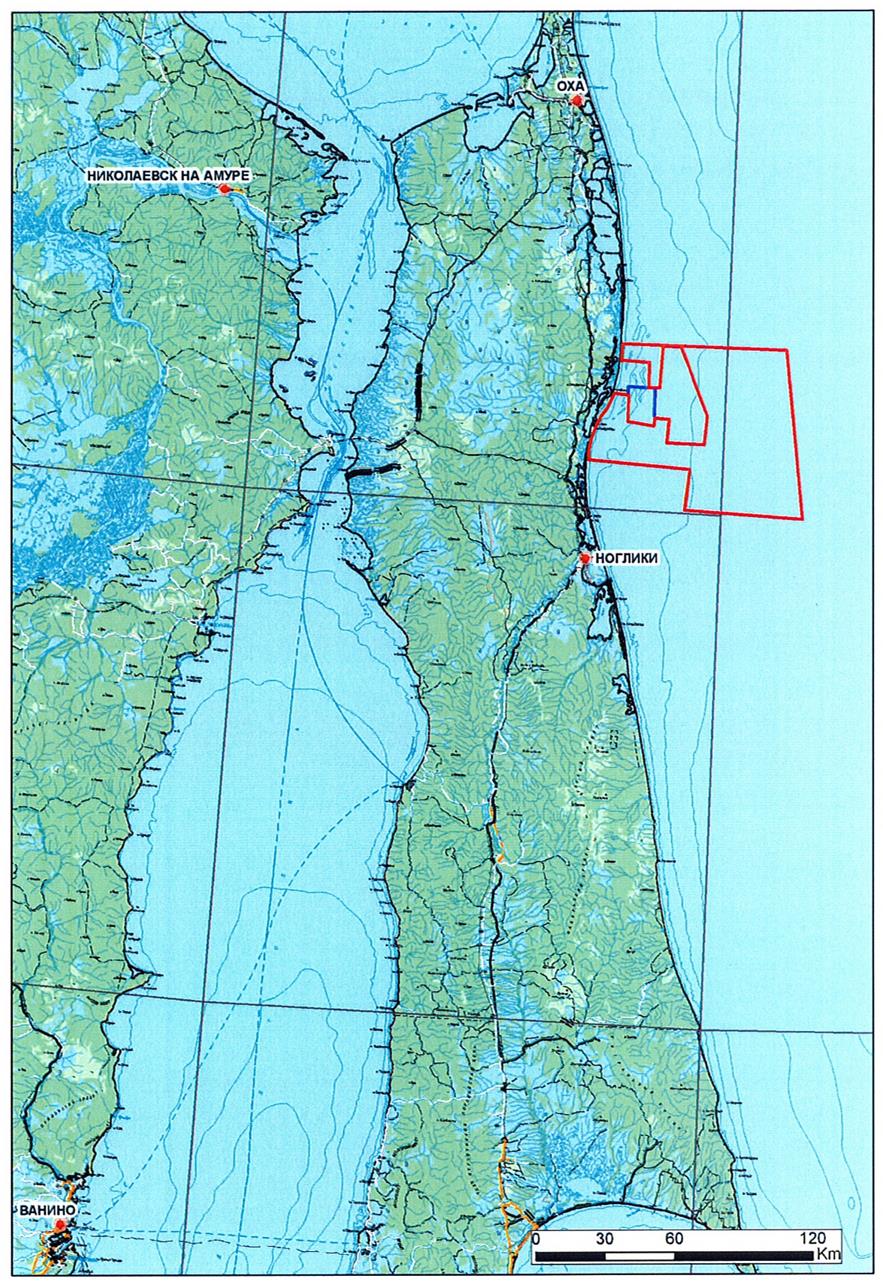
Таблица 3. Расчет ущерба рыбным запасам (N) от гибели ихтиопланктона при сейсморазведочных работах 3D

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Источник  воздействия | Число пунктов взрывов, тыс. шт. | MVобщ., экз. | K1/100 | р, г | 10^-3 | N, кг |  |
| 3D-сейсмика | 222 604 | 346,97 | 0,0011 | 70 | 1/1000 | 5947,24 |  |
|  |

Итого, общие потери водных биологических ресурсов при производстве запланированных исследований на Долгинском месторождении в натуральном выражении составили 17, 3 тонн.

***Аяшский лицензионный участок***

Аяшский лицензионный участок морских недр расположен на северо-восточном шельфе острова Сахалин в Охотском море (рис. 2).



|  |
| --- |
| Рисунок 2. Аяшский лицензионный участок  Источник: Дочернее общество «Газпром нефть» |

Для данной территории принимаются показатели коэффициентов для Баренцева моря, так как данная акватория считается наиболее изученной, а в существующей методике для шельфа Охотского моря (у острова Сахалин) рассчитаны не все биопродукционные коэффициенты, использующихся в расчетах.

Расчет ущерба водным биологическим ресурсам по количеству взрывов в рабочем режиме применительно к программе морских сейсморазведочных работ 3D на Аяшском лицензионном участке представлен в таблицах 4 и 5.

Таблица 4. Расчет ущерба рыбным запасам (N) от гибели кормового зоопланктона при сейсморазведочных работах 3D

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Источник  воздействия | Число пунктов взрывов, тыс. шт. | Общая убыль зоопланктона, мг | 1+Р/В | КЕ | K3/100 | 10^-6 | Величина ущерба, N кг |
| 3D-cейсмика | 280 000 | 211697,03 | 6 | 0,24 | 0,1675 | 10-6 | 14297,17 |

Таблица 5. Расчет ущерба рыбным запасам (N) от гибели ихтиопланктона при сейсморазведочных работах 3D

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Источник  воздействия | Число пунктов взрывов, тыс. шт. | MVобщ., экз. | K1/100 | р, г | 10^-3 | N, кг |  |
| 3D-сейсмика | 280 000 | 346,97 | 0,0011 | 70 | 1/1000 | 7480,67 |  |
|  |

Итого, общие потери водных биоресурсов при производстве запланированных исследований на 2019 год в натуральном выражении составят 21,7 тонн.

Таким образом, ущерб, причиненный водным биологическим ресурсам Охотского моря, составил на 4,4 тонны больше, чем ущерб Баренцева моря (21,7 и 17,3 тонн соответственно). Данное расхождение вызвано различиями в объемах проводимых морских сейсморазведочных работ, так как число пунктов взрывов на акватории дальневосточного шельфа больше, чем на лицензионном участке, расположенном в Баренцевом море. Общие черты данного расчета обусловлены схожестью методов реализации геологоразведочных программ. В ходе проведения сейсморазведочных исследований воздействие оказывается на одни и те же группы гидробионтов (зоопланктон и ихтиопланктон), причем большая доля ущерба обусловлена потерями запасов пелагических рыб, вследствие гибели кормового зоопланктона.

**Заключение**

По результатам проведенного исследования, направленного на анализ существующих методов расчетов ущерба водным биологическим ресурсам в условиях осуществления хозяйственной деятельности, были сделаны следующие выводы:

1. Существует несколько методов оценки ущерба водным биологическим ресурсам: утвержденная методика по которой на сегодняшний день рассчитывается ущерб, причиненный водным биологическим ресурсам, и нестандартизированные методы оценки ущерба, которые законодательно не закреплены, обладают слабо проработанными методическими основами и направленностью на решение конкретных задач в рамках оценки ущерба водным биоресурсам (моделирование, допустимость оказываемого воздействия, анализ экологического риска). Полученные данные можно использовать в качестве вспомогательных и дополнительных к утвержденной методике.
2. Существующая утвержденная методика расчета ущерба обладает некоторыми характерными чертами:

* данный метод оценивает последствия негативного воздействия на водные биологические ресурсы до их фактического наступления;
* метод базируется на экономической оценке водных биоресурсов, главной целью которой является реализация восстановительных (компенсационных) мероприятий в виде искусственного воспроизводства водных биоресурсов.

1. Утвержденная методика не лишена недостатков. Так как данный метод проводит количественную оценку ущерба водным биоресурсам, то в ней прописаны методические основы расчета, которые используют различные коэффициенты и параметры, учитывающие масштабы и интенсивность воздействия. Значения рассчитанных в методике биопродукционных показателей для разных водных объектов зависят во многом от степени изученности данных водных объектов. Это может способствовать расхождениям в размере ущерба водным биологическим ресурсам. В методике не учитывается ущерб, причиненный в период самовосстановления экосистемы, и не принимаются во внимание региональные и местные особенности водных объектов.
2. В рамках данного исследования был выполнен расчет ущерба водным биоресурсам при проведении сейсморазведочных работ на Долгинском и Аяшском лицензионных участках. Исходными данными для расчета послужила усредненная информация о фоновом состоянии водных биоресурсов в районе проектируемой деятельности и проектные данные. При осуществлении программы сейсморазведочных работ потери водных биологических ресурсов складываются из ущерба рыбам-планктонофагам в результате гибели организмов зоопланктона и непосредственной гибелью ихтиопланктона.

Ущерб, причиненный водным биологическим ресурсам Охотского моря, составил на 4,4 тонны больше, чем ущерб в Баренцевом море (21,7 и 17,3 тонн соответственно). Данное расхождение вызвано различиями в объемах проводимых морских сейсморазведочных работ, а не региональными особенностями акваторий. Общие черты данного расчета обусловлены схожестью методов реализации геологоразведочных программ. В ходе проведения сейсморазведочных исследований воздействие оказывается на одни и те же группы гидробионтов, причем большая доля ущерба обусловлена потерями запасов пелагических рыб, вследствие гибели кормового зоопланктона.

1. На основании расчетов, выполненных в соответствии с утвержденной методикой, осуществляются мероприятия по возмещению вреда, основным направлением которых является искусственное воспроизводство водных биоресурсов (выращивание и выпуск молоди). Так как методика, базируется на экономической оценке водных биоресурсов и проводит количественную оценку ущерба, в рамках реализации компенсационных мероприятий осуществляют искусственное воспроизводство видов рыб, относящихся к объектам традиционного рыболовства, зачастую, не принимая во внимание трофический уровень гидробионтов, находящихся на участке освоения.

Также стоит отметить, что действующими нормативными документами не предусматриваются показатели оценки эффективности компенсационных мероприятий, механизмы мониторинга и контроля их достижения. Решение данной проблемы может заключаться в поиске и развитии альтернативных направлений осуществления компенсационных мероприятий.

**Список использованной литературы**

*Монографии:*

1. Аверьянов Д. Ф., Белоусов А.Н., Воронков В.Б., Студенов И.И. Торцев А.М. Актуальные вопросы теории и практики возмещения вреда, причиняемого водным биоресурсам. М.: Эдитус, 2018, 294 с.
2. Белоусова А.Н. Практическое руководство по разработке и применению мер по сохранению водных биологических ресурсов в целях возмещения вреда при ведении хозяйственной деятельности. М.: Эдитус, 2016, 272 с.
3. Боханов Д.В., Лайус Д.Л., Моисеев А.Р., Соколов К.М. Оценка угроз морской экосистеме Арктики, связанных с промышленным рыболовством, на примере Баренцева моря. М., Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013, 108 с.
4. Векилов Э.Х., Криксунов Е.А., Полонский Ю.М. Влияние на гидробионты упругих волн от сейсмоисточников для морской геофизической разведки. Информационно-справочное пособие - М., 1995, 64 с.
5. Ворожбит О.Ю., Даниловских Т.Е., Кузьмичева И.А., Титова Н.Ю., Шашло Н.В. Рыбная промышленность Дальнего Востока России: современное состояние, проблемы и перспективы повышения конкурентоспособности. Владивосток: ВГУЭС, 2015, 135 с.
6. Ивченко В.В. О методике экономической оценки рыбных ресурсов океанического рыболовства / АтлантНИРО. - Калининград, 1969, 34 с.
7. Малеин Н.С. Имущественная ответственность в хозяйственных отношениях. М.: Наука, 1968, 2007 с.
8. Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т.1- 328с.; Т.2 - 376 с.
9. Патин С.А. Антропогенное воздействие на морскую среду и биоресурсы: методология оценок и современная ситуация. М.: МГУ, 2005, 60 с.
10. Павлов А.Н. Шельф как гидрогеологическая структура. Ленинград, 1980, 53 с.
11. Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа: В 2-х т. 2-е изд. - Т. 1: Морской нефтегазовый комплекс: состояние, перспективы, факторы воздействия (а). - Т. 2: Экологические последствия, мониторинг и регулирование при освоении углеводородных ресурсов шельфа (б). - М.: ВНИРО, 2017, Т.1 - 326 с.; Т.2 - 284 с.
12. Погребов В.Б., Шилин М.Б. Экологический мониторинг прибрежной зоны Арктических морей. СПб: Гидрометеоиздат, 2001, 95 с.
13. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношение нектона и нектобентоса в дальневосточных морях. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006, 484 с.

*Статьи в журналах:*

1. Джунусова Д.Н. Современный международно-правовой режим континентального шельфа // Вестник АГТУ, 2007. № 1 (36). С. 213-217.
2. Дмитриевский А.Н., Белонин М.Д. Перспективы освоения нефтегазовых ресурсов Российского шельфа // Природа, 2004. № 9. С. 3–10.
3. Дудина Т.В. Первичная продукция фитопланктона и сообщества донных продуцентов юго-восточной части Баренцева моря в условиях полярного дня // Труды ВНИРО, 2014. Т. 152. С. 155-168.
4. Журавлева И.В. Применение научных подходов к использованию водных биоресурсов // Вестник КамчатГТУ, 2006. № 5. С. 10-20.
5. Зеленков В.М., Мискевич И.В. Оценка возможного воздействия добычи нефти на морские арктические экосистемы на примере Приразломного месторождения в Печорском море // Материалы международного семинара «Охрана водных биоресурсов в условиях освоения нефтегазовых месторождений на шельфе РФ». М.: Госкомрыболовство, 2000. С. 48–59.
6. Иванов В.Л., Каминский В.Д., Поспелов В.А., Супруненко О.И. Региональное геолого-геофизическое изучение Арктического шельфа - ключ к наращиванию нефтегазового потенциала России // Проблемы Арктики и Антарктики, 2009. № 2 (82). С. 20-26.
7. Каминский В.Д., Супруненко О.И., Черных А.А. Арктический шельф России: научный прогноз открытия и надежды // Нефтегазовая Вертикаль, 2016. № 6. С. 25- 29.
8. Козлов С.А. Концептуальные основы инженерно-геологических исследований западно-арктической шельфовой нефтегазоносной провинции // Нефтегазовое дело, 2006. № 2. С. 1-46.
9. Маловицкий Я.П., Мартиросян В.Н., Головчак В.В., Гуменюк Ю.Н., Федоровский Ю.Ф., Закальский В.М. Нефтегазоносный потенциал осадочных бассейнов морской периферии россии // Нефтяное хозяйство, 1994. № 4. С. 27–32.
10. Маргулис Л.С., Андиева Т.А., Пылина Л.М., Боровиков И.С., Ведров И.А. Нефтегеологическое районирование и углеводородные ресурсы Дальневосточного региона России // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2012. Т. 7, № 4. С. 1-13.
11. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л. Морская хозяйственная деятельность в российской Арктике в условиях современных климатических изменений // Арктика: Экология и экономика, 2012. № 1. С. 26 - 37.
12. Патин С.А. Антропогенное воздействие на морские экосистемы и биоресурсы: источники, последствия, проблемы // Труды ВНИРО, 2015. Т. 154. С. 85 - 104.
13. Саматов А.Д., Немчинова И.А. Оценка воздействия пневмоисточников на зоопланктон при проведении сейсморабот в шельфовой зоне восточного Сахалина // Материалы международного семинара «Охрана водных биоресурсов в условиях интенсивного освоения нефтегазовых месторождений на шельфе РФ». М.: Госкомрыболовство, 2000. С. 196-207.
14. Торцев А.М., Студенов И.И., Белоусов А.Н. Сравнительный анализ отечественных подходов к возмещению вреда, наносимого водным биоресурсам. // Экономика природопользования. Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз, 2017. Т. 10, № 5. С. 184-196.
15. Турчин Р.В. Работы на континентальном шельфе: как возместить вред водным биоресурсам // Экология производства, 2015. № 7. С. 38-42.

*Фондовые материалы:*

1. ВНИРО. Отчет о результатах мониторинговых наблюдений за состоянием морских организмов в зоне сброса отходов буровых работ на северо-восточном шельфе Сахалина. М.: ВНИРО, 1998.
2. Лапко В.В. Состав, структура и динамика нектона эпипелагиали Охотского моря Диссертация. Владивосток, Институт биологии моря ДВО РАН 1996.
3. МАГЭ. Программа сейсморазведочных работ 3D на Долгинском нефтяном месторождении. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), М: МАГЭ, 2017, 384 с.
4. Мочалов Р.А. Экономическая оценка схем транспортировки углеводородов при освоении континентального шельфа. Автореферат диссертация. Новосибирск, РАН А.Э. Конторовича, 2014, 21 с.
5. СахНИРО. Исследование воздействия упругих волн от сейсмоисточников на водные биоресурсы Охотского моря. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2005.

*Нормативно-правовые документы:*

1. «О континентальном шельфе» от 30 ноября 1995 г. № 187-ФЗ (ред. от 02.05.2015, с изм. от 03.07.2016).
2. «Об исключительной экономической зоне Российской Федерации» от 17 декабря 1998 г. № 191-ФЗ.
3. «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12. 2004 г. № 166-ФЗ.
4. Приказ Госкомрыболовства РФ от 10.09.1996 № 169 «Об утверждении Перечня видов живых организмов, являющихся живыми ресурсами континентального шельфа Российской Федерации».
5. Приказ от 25 ноября 2011 года № 1166 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам».
6. ГОСТ Р 53241-2008 Геологоразведка морская. Требования к охране морской среды при разведке и освоении нефтегазовых месторождений континентального шельфа, территориального моря и прибрежной зоны.
7. «О ратификации Конвенции о биологическом разнообразии» от 20 января 1995 г. № 160-ФЗ.
8. «О ратификации Конвенции Организации Объединенных Наций по морскому праву и Соглашения об осуществлении части XI Конвенции Организации Объединенных Наций по морскому праву» от 26 февраля 1997 г. № 30-ФЗ.

*Ресурсы сети интернет:*

1. <http://biofile.ru/geo/15422.html> - обзор российских шельфовых месторождений // Биофайл. Научно- информационный журнал.
2. <http://pacificinfo.ru/data/cdrom/2/HTML/3_00.htm> - атлас по океанографии Берингова, Охотского и Японского морей.

**Приложения**

Приложение 1. Промышленные месторождения Западно-Арктической провинции (Каминский и др.,2016)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Месторождение,  год открытия | Фазовое состояние углеводородов | Крупность месторождения |
| 1. **Печорское море** | | |
| Поморское, 1985 | нефтегазоконденсат | среднее |
| Северо-Гуляевское, 1986 | нефтегазоконденсат | среднее |
| Приразломное, 1989 | нефть | крупное |
| Варандей-море, 1995 | нефть | среднее |
| Медынское-море, 1997 | нефть | крупное |
| Долгинское, 1999 | нефть | крупное |
| **2. Баренцево море** | | |
| Мурманское, 1983 | газ свободный | крупное |
| Северо-Кильдинское, 1985 | газ свободный | среднее |
| Штокмановское, 1988 | газ свободный | уникальное |
| Лудловское, 1992 | газ свободный | крупное |
| Ледовое, 1992 | газ свободный | крупное |
| **3. Карское море** | | |
| Русановское, 1989 | газ свободный | уникальное |
| Ленинградское, 1990 | газ свободный | уникальное |
| Каменомысское-море, 2000 | газ свободный | крупное |
| Северо-Каменомысское, 2000 | газ свободный | крупное |
| Обское, 2000 | газ свободный | крупное |
| Чугорьяхинское, 2002 | газ свободный | мелкое |

Приложение 2. Шкала масштабов воздействия и оценок экологических последствий при освоении морских нефтегазовых месторождений (Зеленков, Мискевич, 2000).

|  |  |
| --- | --- |
| Масштаб воздействия и характер эффектов | Показатели воздействия и нарушений |
| **Пространственный масштаб, км2** | |
| Точечный (1) | Площадь воздействия менее 0,1 |
| Локальный (2) | Площадь воздействия в пределах от 0,1 до 1 |
| Местный (3) | Площадь воздействия в пределах от 1 до 100 |
| Субрегиональный (4) | Площадь воздействия более 100 |
| Региональный (5) | Площадь воздействия охватывает весь регион |
| **Временный масштаб** | |
| Кратковременное (1) | До одних суток |
| Временное (2) | От одних суток до одного сезона |
| Длительное (3) | От одного сезона до одного года |
| Долговременное (4) | Более одного года |
| **Обратимые изменения** | |
| Обратимые (0) | Параметры состояния среды и биоты восстанавливаются за время от нескольких минут и часов до одного сезона |
| Умеренно обратимые (3) | Параметры состояния среды и биоты восстанавливаются за время от одного сезона до трех лет |
| Слабо обратимые (хронический стресс) (5) | Нарушения параметров среды и биоты сохраняются более трех лет |
| **Итоговые оценки, \*\*∑** | |
| Незначительные, ∑ = 2-4 | Изменения качества среды и состояния биоты отсутствуют или неразличимы на фоне природной изменчивости |
| Слабые - зона толерантности,  ∑ = 5-7 | Возможны регистрируемые нарушения среды и обратимые стрессы в биоте |
| Умеренные - зона компенсации,  ∑ =8-10 | Наблюдаются нарушения среды и стрессовые изменения в биоте без признаков деградации и утраты способности системы к самовосстановлению |
| Сильные -зона повреждений,  ∑ =11-14 | Проявляются устойчивые структурные и функциональные перестройки сообществ |

Примечания: \*в скобках указаны индексы (рейтинги) относительных воздействий и нарушений;

\*\*знак ∑ относится к сумме индексов.

Приложение 3. Биопродукционные коэффициенты (Баренцево море)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Трофическая цепь | Р/В | KE | K3/100 |
| Зоопланктон – рыбы | 5 | 0,24 | 0,1675 |