

ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ В ПЕРСПЕКТИВЕ ЕГО РАЗВИТИЯ

А.А. Багдасарян¹

¹ Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

✉ wednesday.q@yandex.ru

Для Арктических регионов России, и для страны в целом, Северный морской путь (СМП) является социально-экономической артерией с интенсивным развитием морских грузоперевозок. Благодаря этому арктическому коридору время перевозки грузов из восточной Азии в западную Европу сокращается на треть по сравнению с южным маршрутом через Суэцкий канал. Преимущество Российской Федерации в использовании СМП заключается в возможности организации ледокольной проводки судов, так как Россия является единственной державой, владеющей атомным ледокольным флотом. При увеличении грузооборота по СМП неизбежно возникают проблемы загрязнения окружающей среды. Приоритетными условиями развития СМП должны быть как обеспечение безопасности мореплавания, так и предотвращение экстремального загрязнения арктических акваторий. Цель данной статьи заключается в анализе основных экологических проблем, возникающих при увеличении грузооборота по СМП.

Ключевые слова: Северный морской путь, арктические моря, экологические проблемы мореплавания, развитие северных территорий, Арктика, загрязнение морей, арктические экосистемы.

MAIN ENVIRONMENTAL PROBLEMS IN THE DEVELOPMENT OF THE NORTHERN SEA ROUTE

A.A. Bagdasaryan¹

¹ Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia

For the Russian Arctic regions, as well as for Russia as a whole, the Northern Sea Route is the main socio-economic artery which sure development of sea cargo shipping. Time for the voyage from eastern Asia to Western Europe has been reduced by a one third compared the southern route through the Suez Canal. The main advantage of the Russian Federation at usage of the Northern Sea Route is the possibility of icebreaking support. Russia is the only power that has a nuclear-powered icebreaking fleet under. If the cargo turnover increases along this route, problems associated with environmental contamination will inevitably arise. The priority direction for the development of the Northern Sea Route should be the development of both safety of the navigation and prevention of the Arctic extreme pollution. The article purpose is to analyze the main environmental problems that arise at the growth of cargo shipping along the Northern Sea Route.

Keywords: Northern Sea Route, Arctic seas, environmental problems of shipping, development of Northern territories, Arctic, sea pollution, Arctic ecosystems.

Статья получена: 11.05.2020

Принята к публикации: 15.05.2020

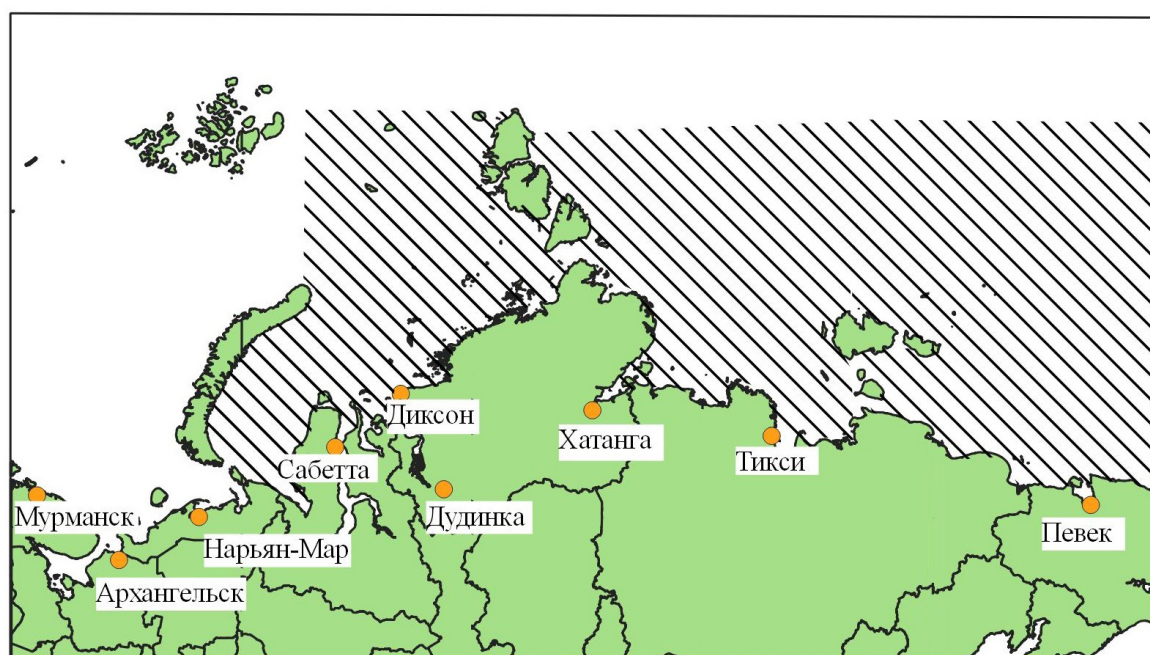
Опубликована онлайн: 20.05.2020

С каждым годом растёт интерес к использованию Северного морского пути (СМП) в коммерческих целях. Он соединяет северо-западные, северные и дальневосточные порты и является самым коротким путем для перевозки грузов между странами восточной Азии и западной Европы. Развитие Арктической зоны Российской Федерации также тесно связано с развитием СМП. Для повышения экономических связей между арктическими субъектами Российской Федерации требуется поэтапное развитие транспортных коммуникаций, в особенности морских. Согласно указу Президента Российской Федерации № 204 от 7 мая 2018 года «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», поставлена цель развития СМП и увеличения объёма грузоперевозок до 80 миллионов тонн в год [1]. СМП обеспечивает не только транспортировку углеводородного сырья на отечественные и международные рынки, но и «северный завоз», т.е. снабжение ряда арктических регионов всем необходимым [2].

Маршруты СМП проходят по четырем морям Северного Ледовитого океана: Карскому, Лаптевых, Восточно-

Сибирскому и Чукотскому морям (рис. 1). Основным нормативным правовым актом Российской Федерации по данному вопросу является Федеральный закон от 28 июля 2012 г. № 132-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части государственного регулирования торгового мореплавания в акватории Северного морского пути», известный под названием «Закон Российской Федерации о СМП». В нем закреплено новое понятие «акватория Северного морского пути» как водное пространство, прилегающее к северному побережью РФ, охватывающее внутренние морские воды, территориальное море, прилежащую зону и исключительную экономическую зону РФ и ограниченное с востока линией разграничения морских пространств с США и параллелью мыса Дежнева в Беринговом проливе, с запада меридианом мыса Желания до архипелага Новая Земля, восточной береговой линией архипелага Новая Земля и западными границами проливов Маточкин Шар, Карские Ворота, Югорский Шар [3].

СМП является исторически сложившейся национальной транспортной коммуникацией Российской Федерации.



/// акватория Северного морского пути
 ● основные порты

Рисунок 1 – Акватория Северного морского пути и её основные порты

Однако плавания судов в его акватории осуществляются в соответствии с общепризнанными принципами и нормами международного права, международными договорами Российской Федерации, Федеральным законом о СМП, другими федеральными законами и издаваемыми в соответствии с ними иными нормативными правовыми актами. Всеми вопросами по организации прохода судов по акватории Северного морского пути, безопасностью мореплавания, охраной морской среды и предотвращению её загрязнения занимается Администрация Северного морского пути. В Распоряжении Правительства Российской Федерации № 3120 «Об утверждении плана развития инфраструктуры Северного морского пути на период до 2035 года» говорится об основных мероприятиях, которые должны быть направлены на обеспечение экологической безопасности при мореплавании в акватории Северного морского пути.

При увеличении грузооборота по Северному морскому пути неизбежно возрастает риск загрязнения окружающей среды, в первую очередь морских экосистем. Лимитирующими факторами в арктических морских экосистемах являются низкая температура воды и короткий период фотосинтетической активности продуцентов. Низкие температуры вод ограничивают биологическое разнообразие. Пониженная солёность в речных эстуариях и прибрежных зонах ещё более ограничивают число обитающих видов. Низкие и даже отрицательные температуры солёных вод могут увеличивать действие токсикантов. В наземных арктических экосистемах являющиеся одним из доминантов тундровых ландшафтов мхи способны к усвоению неорганических питательных веществ не только из почвы, но и из атмосферы. Например, такие вещества как стронций-90 и цезий-137 активно аккумулируются живыми тканями, и быстро попадают в верхние ярусы коротких пищевых цепей. Например, пищевая цепь «мхи — северные олени — человек» представляет собой мощный аккумулятор активных веществ [4]. Аналогичные процессы происходят и в морских пищевых цепях,

которые имеют больше звеньев. Поэтому накопление токсических веществ в верхних ярусах трофических пирамид морских экосистем происходит интенсивнее.

Малое видовое разнообразие экосистем Арктики имеет следствием невысокую степень их устойчивости к внешним воздействиям. При исчезновении какого-нибудь биологического вида может не найтись вида, способного «заменить» его в трофической сети. В Арктике обитает около 20 тысяч различных видов, приспособленных к суровым климатическим условиям. Однако эти организмы особенно чувствительны к антропогенным воздействиям и изменениям климата. У наземных экосистем Арктики наблюдается низкая первичная биологическая продуктивность, продуценты в течение года создают намного меньше биомассы, чем в более теплых регионах. Устойчивость арктических почв к антропогенному воздействию весьма низкая. Разнообразие видов растительности, которые являются пищей для консументов, ограничено, что приводит к значительным колебаниям численности популяций консументов всех уровней. Арктические экосистемы характеризуются замедленным биогеохимическим круговоротом.

Среди экосистем Российской Арктики высокой продуктивностью обладает только экосистема юго-западной части Баренцева моря, где круглогодично отсутствует ледяной покров. В остальных морях российского шельфа первичная продукция невысока из-за продолжительного существования ледяного покрова. Часто акватории освобождаются от льдов только в августе-сентябре, когда поток фотосинтетически активной солнечной радиации уже существенно снижен. Другая особенность экосистем морей акватории СМП, обнаруженная В.Г. Богоровым, это неравномерность летнего развития планктона, и, как следствие, «пятнистость» продукции и биомассы как организмов планктона, так и питающихся ими организмов [5]. Причина этого — неравномерность летнего исчезновения ледяного покрова. Поэтому на небольшом пространстве могут встречаться участки с гидробиологической «зимой», т.е. участки с ещё ненару-

шенным ледяным покровом, с «весной», где ледяной покров сошёл не полностью и недавно, и участки «лета», где ледяной покров сошёл уже 2-3 недели назад. В эстуариях крупных сибирских рек (Обская губа, Енисейский и Хатангский заливы) расположены «двухэтажные» экосистемы: сверху пресноводная, снизу солоноватоводная. Здесь происходит осаждение твёрдого стока рек, включая речной планктон, что способствует развитию бентосных организмов.

Для приспособления к экстремальным условиям организмы арктического региона обладают рядом физиологических механизмов. В частности, для адаптации они используют механизмы регуляции температуры тела. Так, гомойотермные организмы способны поддерживать постоянную температуру тела за счет химических и физических механизмов адаптации, регулирующих выделение тепла в клетках. Пойкилотермные же организмы имеют непостоянную температуру тела, и механизмы адаптации связаны с предотвращением замерзания жидкостей в теле [6]. Вырабатываются низкотемпературные ферменты и концентрированные растворы, которые позволяют понизить температуру замерзания жидкостей организмов.

Инфузории и коловратки, например, способны к сезонному замерзанию с выводом воды в межклеточную жидкость, что препятствует повреждению самих клеток. Многие представители нектона способны самостоятельно повышать температуру крови и тела за счет движения мышц [6]. Арктические животные и птицы, являющиеся гомойотермными организмами, обладают целым комплексом адаптаций, состоящим из анатомических, физиологических и биохимических механизмов.

Проблемой является возможность аварийных разливов нефти и сжиженного газа при их морских перевозках наливными судами и разрывах подводных трубопроводов [7-10]. Компьютерное моделирование морских транспортных ситуаций показывает наличие риска аварийных ситуаций с судами вследствие сжатий дрейфующих льдов [11,12].

Вследствие суровых климатических условий и наличия ледяного покрова навигация в морях СМП чревата риском аварийных ситуаций. Интересны результаты сравнительного анализа 650 аварийных случаев с судами, выполненного по данным публикаций за 1998–2012 гг. для различных водных бассейнов России (табл. 1) [13].

Таблица 1

Причины и последствия (% от общего числа) аварийных случаев с судами в ледовых условиях [13]

Причины	Последствия, %			
	Гибель судов	Повреждение корпуса	Повреждения движительно-рулевого комплекса	Посадки на мель
Невыполнение требований классификационных обязательств	1,5	64,6	0,75	0,75
Несоблюдение безопасных скоростей и дистанций	0,3	21,5	-	-
Ошибки маневрирования	-	16,9	0,3	-
Ледовые сжатия и подвижки	1,5	66,2	0,9	0,75
Недостаточное ледокольное сопровождения (его отсутствие)	1,5	55,4	0,9	0,75
Всего	2,1	97,6	2,0	0,75

По данным Southampton Solent University, около половины всех катастроф с судами заканчивается затоплением судна, что неизбежно приводит к выбросу нефтепродуктов и загрязнению окружающей среды [14]. Загрязнение морской среды может происходить при появлении в корпусе судна пробоины, пожаре на судне, посадке на мель, операционных разливах. Согласно данным ИТОПФ (International Tanker Owners Pollution Federation) за 33 года (1974 – 2007 гг.) (рис. 2), частота крупных разливов нефти значительно уменьшилась и составила в среднем $3,6 \text{ год}^{-1}$. Однако в условиях СМП вероятность аварий с разливами углеводородов может быть существенно выше, поэтому экологический ущерб для морских экосистем может быть весьма значителен.

Ущерб от разливов нефти в условиях акваторий СМП существенен потому, что сбор нефти и нефтепродуктов затрудняется наличием ледяного покрова. Особую проблему создают разливы, находящиеся далеко от аварийно-спасательных центров, в условиях сплоченных и сплошных льдов, разливы в канале в ледяном покрове, разливы на поверхности ледяного покрова и под ним. Поэтому при обеспечении безопасности мореходства на трассах СМП необходимо учитывать сложность локализации и ликвидации разливов нефти. Самым эффективным способом ликвидации аварийного разлива в условиях наличия ледяного покрова

является сбор нефти с помощью скиммера и ледокола, так как использование огнестойких боновых заграждений, механический метод ликвидации разлива нефти и метод её выжигания не применимы в этих условиях.

Оно обязывает все организации, чья деятельность связана с разведкой месторождений и добычей нефти, переработкой, транспортировкой, хранением и использованием нефти и нефтепродуктов на континентальном шельфе РФ, во внутренних морских водах, в территориальном море и прилежащей исключительной экономической зоне РФ, разрабатывать «План предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов» (План ПЛРН). Эти документы определяют принципы формирования локальных, региональных и федеральных планов по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, а также организации взаимодействия сил и средств, привлекаемых для их ликвидации, в зависимости от объемов разлива [16].

Аварийные разливы нефти могут происходить при подводной разведке нефти и её добыче на морских платформах. Угрозу представляют возможные разрывы трубопроводов и утечки из них. Причиной разрывов подводных трубопроводов, связанной с наличием ледяного покрова, является экзарация дна киями торосов.

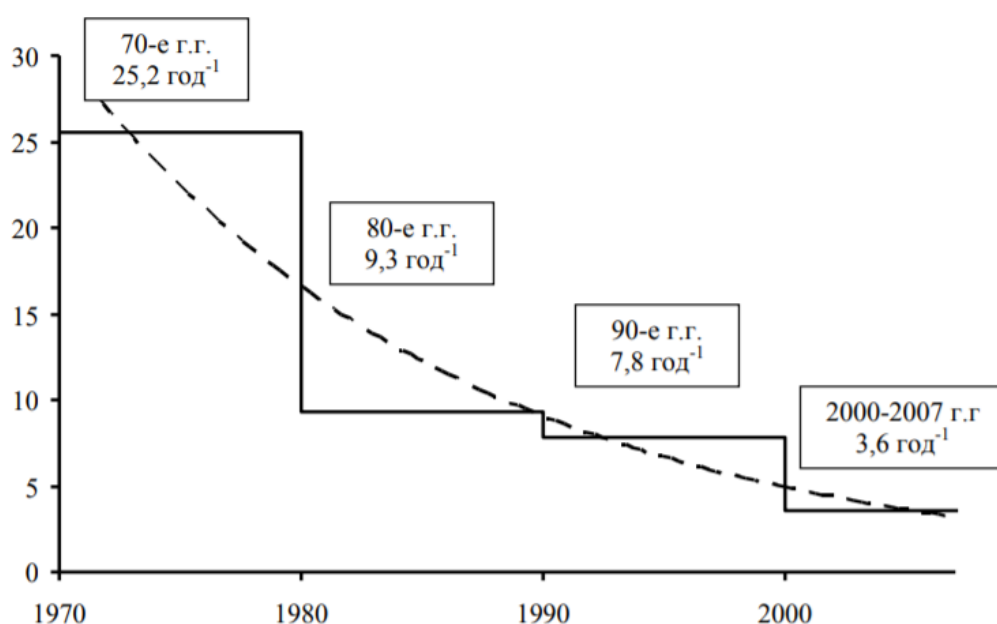


Рисунок 2 – Среднегодовое количество крупных разливов (>700 т) судов мирового танкерного флота [15].

Воздействие нефти на хрупкие арктические экосистемы может повлечь за собой серьезные долгосрочные проблемы. Из-за малого видового разнообразия экосистемы Арктики находятся под угрозой отрицательных изменений своей структуры и характеристик функционирования.

Нефтяная пленка на водной поверхности препятствует попаданию света, процессам теплообмена и газообмена между океаном и атмосферой, фотоокислению органических веществ. Нефть и её производные оказывают токсическое воздействие на живые организмы, отрицательно влияет на физиологические процессы. Степень ущерба от токсического воздействия определяется составом самой нефти и её производных, структурой и степенью уязвимости экосистемы, влиянием таких внешних экологических факторов, как температура и интенсивность солнечной радиации.

Естественно, что во время рейса на судне образуются отходы, которые могут загрязнять гидросферу, а в результате их сжигания – атмосферу. Судовые отходы подразделяются на образующиеся в результате удовлетворения бытовых и хозяйственных потребностей экипажа и пассажиров, отходы от главных и вспомогательных механизмов, а также судовых систем, и на отходы грузов (рис 3, [16]).

К первой группе отходов относятся хозяйственно-бытовые воды, шлам в результате очистки сточных вод и твердых отходов. Во второй группе выделяются воды и твердые отходы, содержащие нефть и нефтепродукты, отработанные машинные масла. К третьей группе относятся нефтесодержащие балластные и промывочные воды, а также остатки грузов и газы и пары, которые выделяются как из отходов данной группы, так и из отходов от главных и вспомогательных механизмов.

Сброс отходов в Мировой океан регулируется таким нормативным правовым актом, как «Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 года к ней» («Конвенция МАРПОЛ 73/78»). Этой Конвенцией разрешается сброс нефтесодержащих вод с определенными условиями, изложенными в ней же в Приложении I «Правила предотвращения загрязнения нефтью». Сброс нефтесодержащих вод может производиться при условии согласования с Администрацией правительства страны, под чьим флагом судно осуществляет свою деятельность. Администрация в свою очередь должна быть уверена в том, что конструкция и оборудование судна обеспечивает защиту морских вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами. Имеется ряд

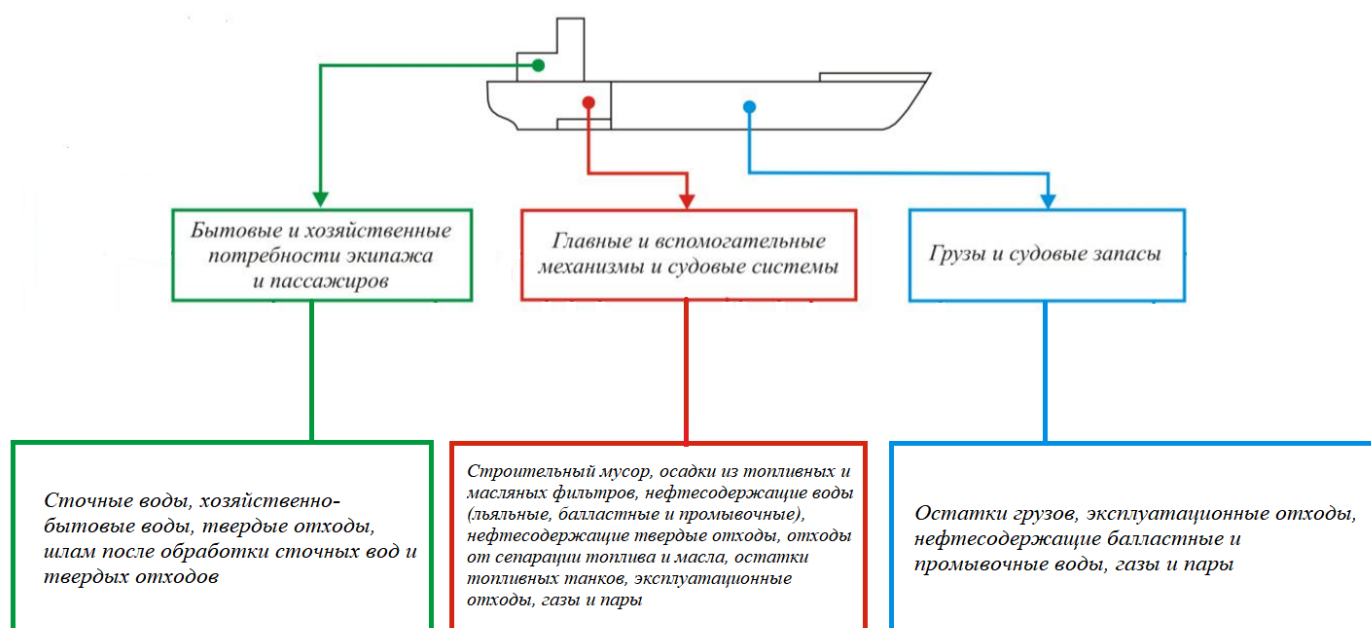


Рисунок 3 – Схема образования судовых отходов

исключений, при которых «МАРПОЛ 73/78» разрешает сброс, например, когда сброс нефтесодержащих вод обеспечивает безопасность судна или спасение человеческой жизни на море, а также в результате повреждения судна или его оборудования. При этом при каждом таком сбросе должны быть приняты все возможные и целесообразные меры по предотвращению сброса и его минимизации [17]. После принятия Международного кодекса для судов, эксплуатируемых в полярных водах (Полярный кодекс), в январе 2017 года все суда должны придерживаться «нулевого сброса», то есть предотвращать любой возможный сброс нефтесодержащих вод в Северный Ледовитый океан.

Морские воды могут загрязняться в результате сбросов сточных вод судовой канализации и мусора с судов. Сброс сточных вод с судов согласно МАРПОЛ 73/78 и Полярного кодекса в припае и многолетних льдах полностью запрещён, за исключением случаев, когда суда сбрасывают сточные воды с использованием системы измельчения отходов канализации и обеззараживания сточных вод на расстоянии более 3 морских миль от припая и многолетних льдов, а также в практически очищенных ото льда акваториях. Сброс неизмельчённых отходов канализации и необеззараженных сточных вод разрешён на расстоянии более 25 морских миль от припая и многолетних льдов [17]. В отношении сброса мусора с судов также действуют ограничения в виде обязательного измельчения пищевых отходов и их сброса не ближе 12 морских миль от припая и многолетних льдов. Запрещён сброс мусора на поверхность льда.

С развитием грузооборота и судоходства по СМП неизбежно возрастут объёмы сбросов сточных вод, мусора, пищевых отходов, а также нефтесодержащих смесей. Даже при действующих запретах на сброс отходов в арктические воды с увеличением судоходства возрастёт риск загрязнения в результате аварийных случаев или халатности экипажей. Именно поэтому следует оборудовать арктические порты приёмными сооружениями для переработки сточных вод, отходов и нефтесодер-

жащих жидкостей, а также увеличить мощности уже существующих.

Другая проблема, возникающая при росте грузооборота по СМП – загрязнение окружающей среды дизельными двигателями судов. Приложением VI Конвенции МАРПОЛ 73/78 контролируются ряд параметров выбросов: содержание оксидов азота и серы. В настоящее время применяется стандарт Уровня III (3,4 г NOx на кВт/ч), устанавливаемый для районов контроля выбросов NOx. Районами контроля выбросов являются побережье США и Канады, а также район Карибского моря США [17]. Параметр выбросов NOx нормируется для судовых двигателей. После проведения испытаний на содержание оксидов азота в отработанных газах на стадии строительства судна и изготовления дизельного двигателя получают технический файл, содержащий нормы содержания в различных режимах работы двигателя. Содержание серы в топливе не должно превышать 0,5% при плаваниях во всём Мировом океане.

В отношении экологических требований к судовому топливу Российская Федерация придерживается международных стандартов. Соблюдение международных требований можно обеспечить переходом с более дешевого дизельного топлива на более качественное или же заменой дизельного топлива и флотского мазута на биодизельное топливо и сжиженный природный газ. Биодизельное топливо представляет собой топливо, изготовленное из новых или отработанных растительных масел и животных жиров. Так биодизельное топливо – это метиловый или этиловый эфир. Целесообразна модернизация систем очистки выхлопных газов установкой более совершенных моделей газоочистного оборудования.

Сопутствующим загрязнением окружающей среды является шумовое загрязнение, оказывающее негативное воздействие на биоту. Оно возникает в процессе работы двигателей судов, при подводной разведке углеводородов, включая сейсмическую, и при бурении скважин. Интенсивность судоходства в западном секторе СМП к западу от Енисейского залива практически постоянна в течение всего

года. В восточном секторе СМП интенсивность судоходства гораздо ниже, здесь пока существует различие между объёмами перевозок в летнее и зимнее время. Однако круглогодичная транспортировка сжиженного природного газа от завода в Сабетте в страны восточной Азии танкерами-газовозами серии «Кристоф де Маржери» сгладит это различие [18-22]. В долгосрочной перспективе шумовые загрязнения могут вынудить китообразных и ластоногих животных покинуть традиционные места обитания на трассах СМП.

Существенной проблемой является недостаток станций мониторинга состояния окружающей среды на акваториях СМП. Тщательный контроль загрязнения арктических морей и прибрежных территорий возможен только при развёртывании сети подобных станций.

Развитию арктических проектов в Российской Федерации на сегодняшний день отдается приоритетное значение. При существовавшем в последние десятилетия тренде улучшения ледовых условий плавания СМП становится более привлекательным и наименее затратным маршрутом доставки грузов. Повышение инвестиционной привлекательности СМП не только как оптимального маршрута для

внутренних грузоперевозок, но и как конкурентоспособной транзитной артерии, повлечёт за собой ряд требований к обеспечению не только безопасности мореплавания, но и к сохранению экосистем акваторий СМП. Такие крупные компании как Nike, немецкая компания Harap-Lloyd, французская CMA CGM, а также H&M, Gap и Columbia отказываются использовать СМП для своих грузоперевозок [23]. Организация по защите окружающей среды «Ocean Conservancy», к которой присоединились вышеуказанные компании, активно высказывает негативное отношение к морским грузоперевозкам в Северном Ледовитом океане, аргументируя это повышенными рисками загрязнения и без того уязвимых арктических экосистем. Вследствие этого конкурентоспособность СМП падает. Для повышения конкурентоспособности СМП необходимо аргументированное подтверждение безопасности интенсивного мореплавания по СМП для морских экосистем.

Отличным механизмом для сбора информации о состоянии арктических экосистем являются постоянные научные исследования особо охраняемых природных территорий и акваторий Арктической зоны Российской Федерации (рис. 4).

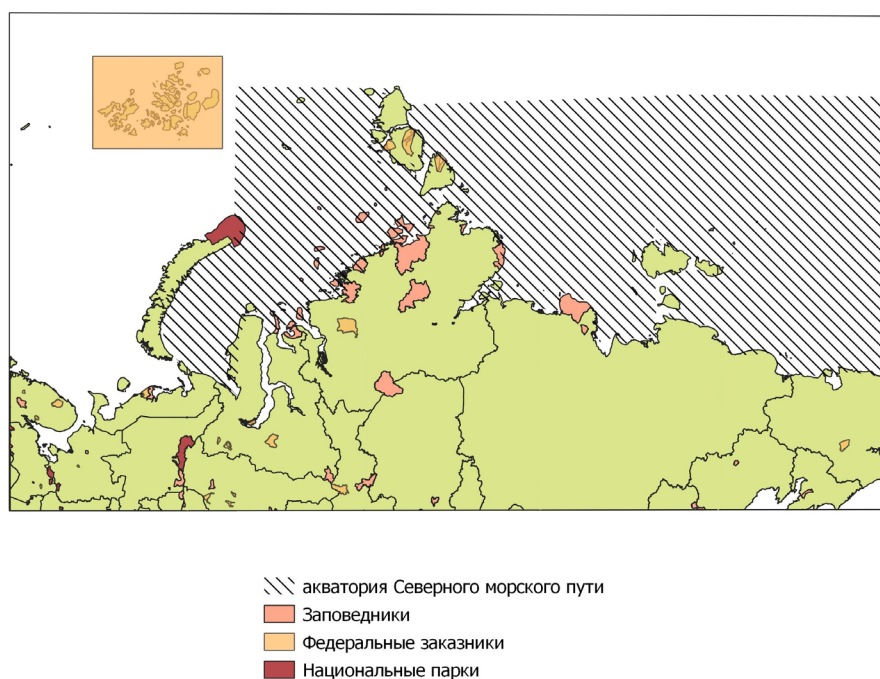


Рисунок 4 – Схема особо охраняемых территорий и акваторий

В Российской Арктике находятся 450 особо охраняемых природных территорий (ООПТ) с площадью около 95 млн га без учета морских акваторий (16,2% от площади Российской Арктики) [24]. Самыми крупными государственными природными заповедниками из них являются: «Большой Арктический», «Остров Врангеля», «Путоранский», «Таймырский», «Усть-Ленский», «Русская Арктика», «Гыданский», «Ненецкий», «Лапландский», «Кандалакшский», «Пасвик». Морские охраняемые природные акватории представлены заказником «Земля Франца-Иосифа», государственный природный заповедник «Остров Врангеля», а также Ямские острова в государственном природном заповеднике «Магаданский» и Командорский биосферный заповедник. Морские участки, прилегающие к сибирским рекам (Печора, Лена) также находятся под охраной в Ненецком заповеднике и Усть-Ленском заповеднике. В высокоширотном заповеднике «Русская Арктика» под охраной также находится 12-мильная морская акватория.

В ООПТ ведут учёт ландшафтного и биологического разнообразия. Проведение научных исследований, анализ полученной информации, составление прогнозов влияния происходящих процессов на состояние экосистем оформляется в документ под названием «летопись природы». Этот документ способствует расширению и дополнению мониторинговых данных, позволяет следить за динамикой загрязнения близлежащих акваторий, являющихся путями морских грузоперевозок. Необходимо отметить, что на ООПТ ведётся экологический мониторинг, позволяющий оценить эффективность проведения природоохранных мероприятий и степень антропогенного влияния на экосистемы. Возможно, такую научную деятельность следует распространить на примыкающие к ООПТ акватории. Необходимо формирование комплексной системы мониторинга экологического состояния арктических территорий и акваторий.

Источниками загрязнения акваторий и прибрежных территорий могут служить:

- атмосферный перенос загрязняю-

- щих веществ воздушными массами;
- сток сибирских рек;
- разведка, добыча и транспортировка нефти и газа, а также прочих природных ресурсов;
- судовые отходы и балластные воды;
- накопленный экологический ущерб, включая объекты военной и хозяйственной деятельности в Арктике, огромное количество металлолома, оставленную технику, отработанные судовые атомные реакторы и контейнеры с радиоактивными отходами на морском дне;
- активная постройка портов и терминалов.

В «Национальной Стратегии сохранения биоразнообразия России» отмечено, что многие экосистемы Российской Арктики всё ещё находятся в практически неизменном виде и могут служить эталонами природных комплексов и процессов. В первую очередь это относится к биомам тундр, северной и средней тайги, большинству арктических морей, мало измененным человеком (за исключением ряда отдельных районов интенсивного хозяйственного освоения) [25]. Однако разведка и освоение месторождений полезных ископаемых в Арктической зоне России, включая шельф морей Северного Ледовитого океана, интенсивная работа горнопромышленных и металлургических комбинатов, расположенных в бассейнах и на берегах, впадающих в арктические моря рек, могут привести к существенному загрязнению акватории СМП. Это создает угрозу для полноценного и стабильного функционирования экосистем Арктики. Совмещение различных негативных воздействий может привести к существенным нарушениям в структурах сообществ, потерям кормовых баз для многих видов, и к изменениям популяций [26]. Антропогенное воздействие в Арктике уже привело к следующим последствиям: эрозии арктических почв из-за механических нарушений растительного покрова автотранспортом, вытеснению арктических видов более южными видами, приспособленными к жизни в антропогенно нарушенных ландшафтах, загрязнению акваторий и прибрежных территорий

нефтепродуктами и горнопромышленными отходами, нарушениям биоценотической структуры и подрыву кормовой базы животных вследствие загрязнения окружающей среды и перевыпаса на оленьих пастбищах, неблагоприятному состоянию мест зимовок и путей миграции ряда видов животных [27].

При этом наблюдается отсутствие открытых данных о гидрохимических показателях морей Северного Ледовитого океана с 2005 года по данным Государственного океанографического института. Так, в 2005 году объём грузоперевозок по СМП составлял около 2 миллионов тонн. По отчётам Государственного океанографического института значение индекса загрязнённости воды в Карском море составляло 1,24, что относит их к «умеренно-загрязнённым», наблюдались превышения ПДК по нефтепродуктам и фенолам. Затем публикация результатов мониторинга в открытой печати прекратилась. Поэтому сложно исследовать взаимосвязи между повышением грузопотока по СМП со степенью загрязнённости его акватории. Проект Росгидромета «ТРАНСАРКТИКА» призван аккумулировать актуальную информацию об экологическом состоянии окраинных морей Северного Ледовитого океана. Проект проходил в четыре этапа, первый этап начался 20 марта 2019 года на научно-экспедиционном судне «Академик Трешников» из порта Мурманска. Четвёртый, заключительный, этап экспедиции завершился в конце сентября 2019 года, проходивший с востока на запад. На последнем этапе экспедиции научная программа включала в себя государственный мониторинг среды в акваториях от Чукотского до Баренцева моря [28].

Обязательным элементом развития не только СМП, но и всей Арктической зоны Российской Федерации должен стать системный мониторинг экологического состояния окраинных арктических морей и влияния на него навигации по СМП. Этот мониторинг должен также включать отслеживание влияния климатических изменений на экосистемы арктических акваторий и территорий, мониторинг геоэкологических параметров природных

систем и их биологического разнообразия, антропогенных воздействий.

Развитие комплексной системы экологического мониторинга потребует значительного финансирования из-за сложной логистической доступности и суровых условий климата. Для этого понадобится использование лучших доступных технологий, привлечение значительного числа специализированных кадров и международных компаний, заинтересованных как в использовании СМП, так и в сохранении естественных арктических экосистем [29]. Мероприятия по созданию сети мониторинга состояния окружающей среды требуют также тщательной координации и глубокой проработки планов реконструкции сети станций Росгидромета для максимальной репрезентативности результатов.

Одной из приоритетных задач развития СМП должно быть обеспечение безопасности экосистем. Развитие СМП обеспечивает строительство портов, разработку полезных ископаемых, в том числе со дна арктических морей, приводит к развитию инфраструктуры энергетики и социальных объектов.

Арктика является стратегически важным регионом России, использование её ресурсов обеспечивает национальные интересы. Для сохранения природной среды Арктики и обеспечения экономического развития России требуются всеобъемлющие данные, в том числе о текущем состоянии экосистем Арктики и тенденциях их изменения. Необходима разработка инструментов контроля антропогенного влияния на экосистемы арктических морей. Гибко реагирующий на меняющуюся ситуацию подход к организации и проведению мониторинга состояния окружающей среды сможет привести к более регулярному и своевременному анализу загрязнений. Такие мероприятия способны повысить конкурентоспособность СМП, и заручиться поддержкой его развития международными компаниями и организациями.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований - проект № 18-05-60291-Арктика.

Список литературы:

1. «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»: Указ Президента Российской Федерации №204 от 7.05.2018 г. // Москва, Кремль. 2018. 7 мая.
2. Бабич С.В., Яковлева А.А., Транспортно-логистический потенциал Северного Морского Пути в Евроазиатском экономическом пространстве // Российская Арктика; Москва, № 4, с. 5-14, 2019.
3. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части государственного регулирования торгового мореплавания в акватории Северного морского пути»: Федеральный закон № 132 от 28.07.2012 г. // Москва, Кремль. 2012. 30 июля.
4. Богоров В.Г. Вертикальное распределение зоопланктона и вертикальное расчленение вод океана // Труды института океанологии АН СССР. 1948. Т. 2.
5. Экология Земли. URL: <http://earthecology.ru/ekosistema/arkticheskie-ekosistemy-i-ix-uyazvimost.html>. (Дата обращения: 26.03.2020)
6. GO ARCTIC. URL: https://goarctic.ru/live/pridonnaya-zhizn-severnoykh-morey/?sphrase_id=1989. (Дата обращения: 26.03.2020)
7. Liyanarachchi W. A. de Silva, Hajime Yamaguchi, Numerical Study of Oil Spilled Behavior under Ice-Covered Area in the East Siberian Sea // Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea;
8. Hossein Babaei, David Watson and Richard Burcher, Verification and Validation of An ice Oil Spill Trajectory Model Based on Satellite-Derived Ice Drift Data // Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea.
9. Megan O'Sadnick, Chris Petrich, Nga Dang Phuong, The Entrainment and Migration of Crude Oil in Sea Ice, the Use of Vegetable Oil as a Substitute, and Other Lessons from Laboratory Experiments // Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea.
10. Aleksandr Tezиков, Andrei Afonin, Vitaly Kljuev, Research of Quantitative Indicators of Tightness of the Northern Sea Route (NSR) // Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea.
11. Третьяков В.Ю., Фролов С.В., Терентьева Д.В., Моделирование экологических рисков загрязнения окружающей среды углеводородами при их транспортировке в Карском море танкерами // Метеорологический вестник; Санкт-Петербург, Том 8, № 1, с. 59-87, 2016.
12. Третьяков В.Ю., Фролов С.В., Сарафанов М.И., Результаты компьютерного моделирования вероятности аварийных ситуаций из-за сжатий судов дрейфующими льдами на участке Северного Морского Пути // Российская Арктика, № 5, с. 4-11, 2019, DOI: 10.24411/2658-4255-2019-10051.
13. Лобанов В.А. Ледовые качества и ледовая аварийность флота внутреннего и смешанного плавания // Интернет-журнал «Наукосведение». 2013. № 4. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/70tvn413.pdf>. (Дата обращения: 25.04.2020)
14. Nickie Butt, Professor David Johnson, Dr. Kate Pike, Nicola Pryce-Roberts, Natalie Vigar. 15 Years of Shipping Accidents. // A review for WWF Southampton Solent University. 56 С., 2013.
15. Маценко С.В., Чура Н.Н., Бердников В.С. О вероятности крупномасштабных аварий танкеров в морских портах // Эксплуатация морского транспорта. – 2009. – №2(56). – 69-72 С.
16. Проблемы обеспечения экологической безопасности при развитии судоходства в Беринговом проливе // Научно-технический отчет. Владивосток. - 2015. –40 С.
17. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененной Протоколом 1978 года к ней (МАРПОЛ 73/78) (с изменениями на 26 сентября 1997 года) // АО «Кодекс», 1983. 2 октября.
18. Сайт проекта «Ямал СПГ». URL: <http://yamallng.ru/press/news/37034>. (Дата обращения: 05.05.2020).
19. Сайт компании «ASCO». URL: <https://www.ashipping.ru/geo/49/>. (Дата обращения: 05.05.2020).
20. Frédéric Jean Louis Hannon, Shipping LNG from the Arctic: A True Story // Proceedings of the Twenty-ninth (2019) International Ocean and Polar Engineering Conference, Honolulu, Hawaii, USA, June 16-21, 2019, p. 866-874.
21. Сайт информационного агентства «Вести Экономика» URL: <https://www.vestifinance.ru/articles/103595>. (Дата обращения: 06.05.2020).
22. Hyeok Geun Ki, Joong Hyo Choi, Sung Gun Park, Sung Kon Han, Ice Collision Analysis and Alternative Full Scale Impact Test for ARC 7 LNG Carrier // Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea.
23. Сайт SUPPLYCHAINDIVE. URL: <https://www.supplychaindive.com/news/nike-ocean-conservancy-pact-no-arctic-shipping/565920/>. (Дата обращения: 25.04.2020)
24. Стишов М.С. Особо охраняемые природные территории Российской Арктики: современное состояние и перспективы развития // WWF России, 2013. 409 С.
25. Национальная Стратегия сохранения биоразнообразия России. // М., 2001. 76 С.
26. State of the Arctic Marine Biodiversity: Key Findings and Advice for Monitoring. CAFF // Conservation of Arctic Flora and Fauna International Secretariat, Akureyri, Iceland, 2017. ISBN: 978-9935-431-62-2.
27. Мясков А.В. Методологические основы эколого-экономического обоснования сохранения

- естественных экосистем в горнопромышленных регионах // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. №1. С. 399-401.
28. Сайт ААНИИ URL: <http://www.aari.ru/transarctica2019/transarctica2019.html>. (Дата обращения: 25.04.2020)
29. Living Planet Report Summary // WWF, Gland, Switzerland, 2016. ISBN 978-5-906599-26-1

References:

- "On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024": Decree of the President of the Russian Federation No. 204 of 7.05.2018 // Moscow, Kremlin. 2018. May 7. (In Russian).
- Babich S. V., Yakovleva A. A., Transport and logistics potential of the Northern Sea Route in the Euro-Asian economic space // Russian Arctic; Moscow, no. 4, pp. 5-14, 2019. (In Russian).
- "On amendments to certain legislative acts of the Russian Federation in terms of state regulation of commercial navigation in the waters of the Northern sea route": Federal law No. 132 of 28.07.2012 // Moscow, Kremlin. 2012. July 30. (In Russian).
- Bogorov V. G. Vertical distribution of zooplankton and vertical dissection of ocean waters // Proceedings of the Institute of Oceanology of the USSR Academy of Sciences, 1948, Vol. 2. (In Russian).
- Ecology Of The Earth. URL: <http://earthecology.ru/ekosistema/arkticheskie-ekosistemy-i-ix-uyazvimost.html>. (Date accessed: 26.03.2020) (In Russian).
- GO ARCTIC. URL: https://goarctic.ru/live/pridonnaya-zhizn-severnoykh-morey/?sphrase_id=1989. (Date accessed: 26.03.2020) (In Russian).
- Liyanarachchi W. A. de Silva, Hajime Yamaguchi, Numerical Study of Oil Spilled Behavior under Ice-Covered Area in the East Siberian Sea // Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea;
- Hossein Babaei, David Watson and Richard Burcher, Verification and Validation of An Ice Oil Spill Trajectory Model Based on Satellite-Derived Ice Drift Data // Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea.
- Megan O'Sadnick, Chris Petrich, Nga Dang Phuong, The Entrainment and Migration of Crude Oil in Sea Ice, the Use of Vegetable Oil as a Substitute, and Other Lessons from Laboratory Experiments // Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea.
- Aleksandr Tezikov, Andrei Afonin, Vitaly Kljuev, Research of Quantitative Indicators of Tightness of the Northern Sea Route (NSR) // Proceedings of the 24th International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea.
- Tretyakov V. Yu., Frolov S. V., Terentyeva D. V., Modeling of environmental risks of environmental pollution by hydrocarbons during their transportation in the Kara sea by tankers // Meteorological Bulletin; Saint Petersburg, Volume 8, no. 1, pp. 59-87, 2016. (In Russian).
- Tretyakov V.Yu., Frolov S.V., Sarafanov M.I., The results of computer simulation of the probability of accidents due to ship compressions by drifting ice along the Northern Sea Route // Russian Arctic, vol. 5, pp. 4-11, 2019. (In Russian).
- Lobanov V. A. Ice quality and ice accident rate of the inland and mixed navigation fleet // Internet-journal "science of Science". 2013. № 4. URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/70tvn413.pdf>. (Date accessed: 25.04.2020). (In Russian).
- Nickie Butt, Professor David Johnson, Dr. Kate Pike, Nicola Pryce-Roberts, Natalie Vigar. 15 Years of Shipping Accidents. // A review for WWF Southampton Solent University. 56 C., 2013.
- Matsenko S. V., Chura N. N., Berdnikov V. S. On the probability of large-scale tanker accidents in seaports // Operation of sea transport. – 2009. – №2(56). – 69-72 C. (In Russian).
- Problems of ensuring environmental safety in the development of navigation in the Bering Strait // Scientific and technical report. Vladivostok. - 2015. 40 P. (In Russian).
- International Convention for the prevention of pollution from ships, 1973, as amended By the Protocol of 1978 thereto (MARPOL 73/78) (as amended on 26 September 1997) // Codex JSC, 1983. 2 October. (In Russian).
- Yamal LNG project Website. URL: <http://yamallng.ru/press/news/37034>. (Date accessed: 05.05.2020). (In Russian).
- ASCO Website. URL: <https://www.ashipping.ru/geo/49/>. (Date accessed: 05.05.20). (In Russian).
- Frédéric Jean Louis Hannon, Shipping LNG from the Arctic: A True Story // Proceedings of the Twenty-ninth (2019) International Ocean and Polar Engineering Conference, Honolulu, Hawaii, USA, June 16-21, 2019, p. 866-874.
- Website of the Vesti Ekonomika news Agency URL: <https://www.vestifinance.ru/articles/103595>. (Date accessed: 06.05.2020). (In Russian).
- Hyeok Geun Ki, Joong Hyo Choi, Sung Gun Park, Sung Kon Han, Ice Collision Analysis and Alternative Full Scale Impact Test for ARC 7 LNG Carrier // Proceedings of the 24th International

- Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions June 11-16, 2017, Busan, Korea.
23. SUPPLYCHAINDRIVE Website. URL: <https://www.supplychaindrive.com/news/nike-ocean-conservancy-pact-no-arctic-shipping/565920/>. (Data accessed: 25.04.2020)
 24. Stishov M. S. Specially protected natural territories of the Russian Arctic: current state and prospects of development // WWF Russia, 2013. 409 P. (In Russian).
 25. National strategy for biodiversity conservation in Russia. // Moscow, 2001. 76 P. (In Russian).
 26. State of the Arctic Marine Biodiversity: Key Findings and Advice for Monitoring. CAFF // Conservation of Arctic Flora and Fauna International Secretariat, Akureyri, Iceland, 2017. ISBN: 978-9935-431-62-2.
 27. Myaskov A.V. Methodological bases of ecological and economic substantiation of conservation of natural ecosystems in mining regions // Mining information and analytical Bulletin (scientific and technical journal). 2011. no. 1. Pp. 399-401. (In Russian).
 28. AARI Website URL: <http://www.aari.ru/transarctica2019/transarctica2019.html>. (Date accessed: 25.04.2020). (In Russian).
 29. Living Planet Report Summary // WWF, Gland, Switzerland, 2016. ISBN 978-5-906599-26-1/