

Э.М.Шацбергер

**Тактика плавания во льдах
Трансарктические ледовые пути.
От «Теории открытого Полярного моря» до регулярных
туристических рейсов на Северный полюс.**

История показывает, что испокон веков люди искали в высоких широтах либо сушу, либо море. Промысловые интересы вели землепроходцев "за мягкой рухлядью и рыбьим зубом" в неведомые края в поисках новых неосвоенных мест. Это порождало идеи о гипотетических землях и легендарных островах. Навигационные задачи, необходимость изыскания морских путей из Европы через высокие широты в страны Востока породили не менее гипотетическую легенду об "открытом незамерзающем Полярном море".

"Теория открытого Полярного моря" привлекала к себе внимание исследователей почти четыре столетия. В числе ее приверженцев были Р. Торн и П. Планций в XVI веке, Г. Гудзон и Д. Вуд в XVII веке, М. В. Ломоносов и Д. Баррингтон в XVIII веке, М. М. Геденштром, К. П. Торсон, А. Петерман, Э. Кейн, Н. Шиллинг, Жюль Берн, Г. Ламберт в XIX веке, Д. И. Менделеев, Н. Фохт, С. П. Попов в начале XX века и многие другие.

В целом "теория открытого моря" вобрала в себя все доводы и объяснения, которые создали люди для доказательства возможности существования незамерзающих вод в замерзающих морях. Например: раз морской лед пресный, а вода соленая, значит, лед в море не морской, а принесен из рек, и значит, преодолев ледовый пояс, можно попасть в незамерзающие высокие широты, по которым можно проплыть и к Полюсу, и из океана в океан. Другие ссылались на полугодовой день, который должен был растопить лед на полюсе, или на тепло подводных вулканов, или на эффект "чертова колеса" на вращающейся Земле, или на теплые течения, уходящие куда-то на север. В середине XVIII века Михаил Ломоносов разработал первое учение о природе центральных районов Арктики и, базируясь на концепции открытого полярного моря, впервые сформулировал идею трансарктического транзитного плавания в Индию и Китай через район Северного полюса.

С современных позиций "теория открытого Полярного моря" якобы противоречила как здравому смыслу, так и общеизвестному закону зональности.

Однако рациональное зерно этой теории заключалось в том, что она пыталась решать практические вопросы. Теория об открытом Полярном море сыграла положительную роль в истории изучения и освоения Арктики, ибо она прямо или косвенно содействовала снаряжению более 20 крупных полярных экспедиций от Р. Торна и В. Баренца в XVI веке до Ю. Пайера и Д. Де-Лонга в XIX веке. Эти экспедиции искали в Арктике либо новые земли, либо новые морские пути из Атлантического океана в Тихий или наоборот.

Знакомство с историей исследования полярных областей показывает, что во все времена запросы практики обычно опережали возможности науки. Сначала жизнь порождала проблему, а затем наука искала пути ее решения, выдвигала гипотезы, проекты, прогнозы, которые, в свою очередь, проверяла практика.

За веру в свою идею полярники не раз расплачивались своей жизнью. В поисках пути из Атлантического океана на восток отправился В. Баренц и погиб на Новой Земле. Прогноз не оправдался, открытого моря не нашлось, но осталось на карте Баренцево море. В поисках пути из Атлантического океана на север и на запад ходил Г. Гудзон и тоже погиб. Но на карте остался Гудзонов залив. По пути Баренца в XIX веке двинулись на север австрийцы. Они не нашли открытого полярного моря. Но им повезло, их вынесло дрейфом к островам, которые стали называться Землей Франца-Иосифа.

На пути из Тихого океана на запад отважился искать открытое море Джордж Де-Лонг. Прогноз не оправдался, судно "Жаннетта" затонуло севернее Новосибирских островов, сам Де-Лонг погиб. А через три года остатки "Жаннетты" обнаружили у берегов южной Гренландии. И тогда Ф. Нансен выдвинул мысль о том, что если вморозить в лед специальное судно там, где погибла "Жаннетта", то через три года можно попасть к южной Гренландии. Американский полярник А. Грили охарактеризовал это предположение как "сознательный проект бессмысленного самоубийства". Отважный Нансен блестяще реализовал свою идею, показав, во-первых, что северный океан действительно в основном ледовитый, и, во-вторых, что арктические прогнозы могут быть и удачными. Дрейф "Фрама" и классические работы Ф. Нансена не оставили в Арктике места для "открытого полярного моря", однако была предпринята попытка адмиралом С.О. Макаровым преодолеть многолетние льды для достижения приполюсного района на ледоколе «Ермак» в конце IX века. Но только с появлением достаточно мощных ледоколов плавание во льдах Арктического бассейна стало реальным.

В августе 1977 года атомный ледокол "Арктика" впервые достиг Северного полюса. С тех пор количество морских операций, проводимых в Арктическом

бассейне, увеличивается год от года. Так, только в период 1977-2003 гг. ледоколы разных стран достигали Северного полюса 41 раз, кроме того, в этот же период совершен ряд высокоширотных плаваний для обеспечения дрейфующих станций, производства научных наблюдений и проводок транспортных судов. В этот период были организованы международные научные экспедиции: - "Arctic Ocean" 1991 и 1996 гг.; американо-канадская экспедиция "Arctic Ocean Section '94", совершившая трансарктический транзит на двух ледоколах; высокоширотный рейс т/х "Кандалакша", организованный Ship & Ocean Foundation (Япония) в рамках международной программы INSROP в августе 1995 г.; ряд научных и круизных плаваний российских ледоколов к Северному полюсу

Впервые трансарктический транзит, т.е. из Атлантического океана в Тихий океан (или обратно) через приполюсный регион, был совершен российским атомным ледоколом "Советский Союз" в августе 1991 года при выполнении туристического круиза. Ледокол вошел в кромку льдов в районе архипелага Земля Франца-Иосифа 31 июля и 4 августа достиг Северного полюса. Выйдя на кромку льдов к северу от островов Де-Лонга 8 августа, ледокол проследовал к Берингову проливу. Примерно тем же маршрутом, только в направлении с востока на запад, ледокол "Советский Союз" совершил туристический круиз в августе 1992 года, а ледокол "Ямал" - в августе 1993 года.

В июле-августе 1994 года ледоколы "Louis S. St-Laurent" (Канада) и "Polar Sea" (США) пересекли центральную область СЛО (Рис 1).

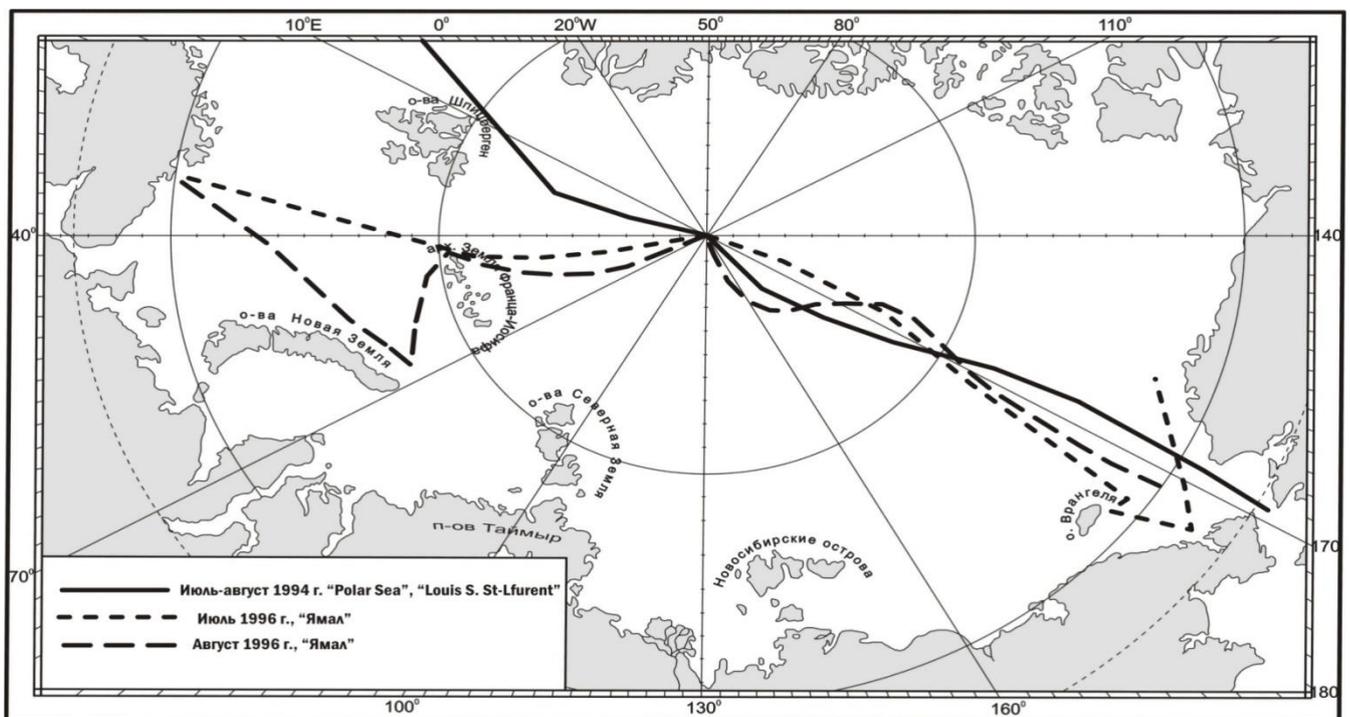


Рис.1. Схема маршрутов трансарктических транзитных плаваний 1994 и 1996 гг.

Экспедиция, названная "Arctic Ocean Section '94", началась в Беринговом проливе 25 июля. Оба ледокола вошли в Канадский бассейн и, пройдя в северо-западном направлении над хребтом Менделеева, вошли в бассейн Макарова, достигнув Северного полюса 22 августа. Ледоколы вышли на кромку льда к северу от Шпицбергена 29 августа, пройдя во льдах 2300 морских миль. Поскольку суда действовали в тандеме, меняясь местами в качестве лидирующего ледокола с другим судном, идущим за ним в канале, можно говорить об этом плавании как о первой ледокольной проводке судна трансарктическим транзитным вариантом. Оба судна поддерживали приемлемую среднюю скорость плавания (около 6-7 узлов) и доказали возможность использования неатомных надводных судов в центральной области СЛО.

В июле-августе 1996 года российский атомный ледокол "Ямал", выполняя туристический круиз, дважды совершил трансарктический транзит (Рис. 1). В это время на трассе СМП сложилась достаточно сложная ледовая обстановка. Сплощенные льды Североземельского, Таймырского и Айонского ледяных массивов блокировали участки трассы Северного морского пути. Новосибирская полынья не получила своего развития. В то же время, в Арктическом бассейне образовалась широкая область льдов с пониженной до 7-8 баллов сплоченностью.

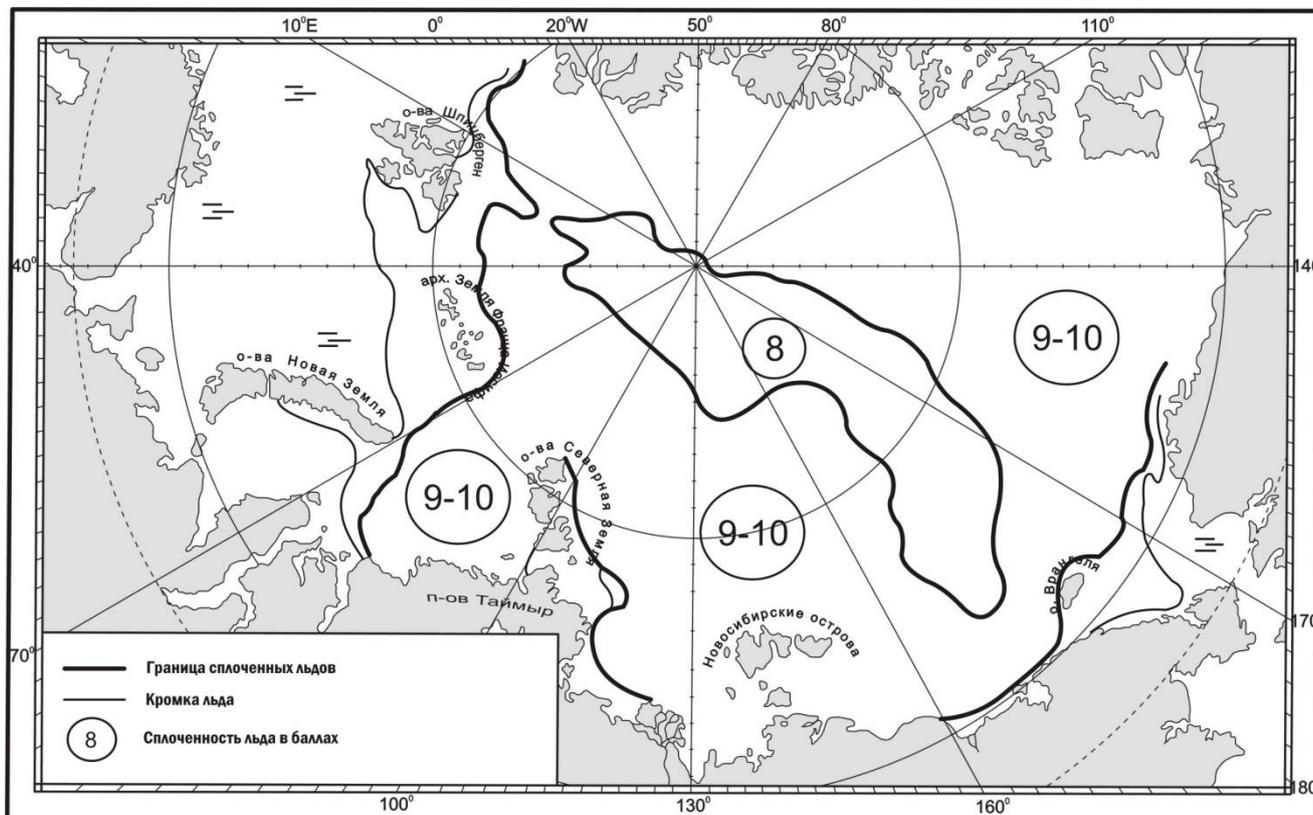


Рис. 2. Ледовая обстановка в Арктическом бассейне и арктических морях в июле 1996 г.

Эта область распространялась от Шпицбергена через приполюсный регион вдоль 180°E до острова Врангеля (Рис. 2).

Ледокол "Ямал", выйдя из Мурманска 22 июля, вошел в кромку сплоченных льдов к западу от Земли Франца-Иосифа и 27 июля достиг Северного полюса. Плавание от Северного полюса проходило вдоль 180°E. 1 августа ледокол вышел на кромку редких льдов у острова Врангеля. При плавании в южном направлении 30 июля ледокол "Ямал" стал первым в истории надводным судном, достигшим Полюса относительной недоступности (84°N, 175°W). Обратное плавание осуществлялось приблизительно по тому же маршруту. Время, затраченное на каждое плавание, без учета остановок на туристические экскурсии составило около 7 суток. Плавание ледокола "Ямал" проходило по широким разводьям среди преимущественно однолетних толстых и двухлетних льдов (Рис. 3).



Рис. 3. Широкие разводья на пути плавания ледокола «Ямал» в августе 1996 г.
Снимок сделан в точке с координатами 86°45'N, 146°33'E
(Фото С.В. Фролова).

Льды сплоченностью 9-10 баллов были отмечены на северных подходах к архипелагу Земля Франца-Иосифа и острову Врангеля. Относительная протяженность пути плавания в этих льдах составила 24 % в июле и 7 % в августе, что значительно меньше среднеголетних значений (Рис. 4). Относительная протяженность пути плавания во льдах сплоченностью менее 9 баллов составила 64-70 %, что свидетельствует об исключительно благоприятных ледовых условиях плавания.

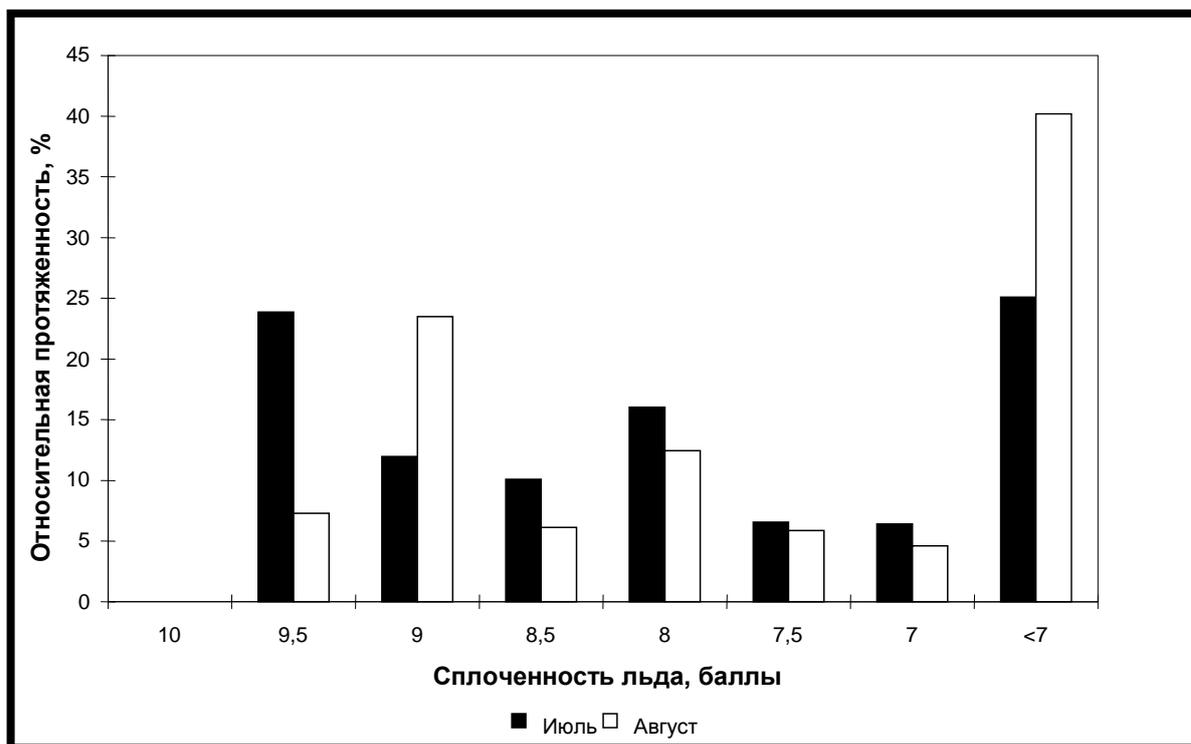


Рис. 4. Относительная протяженность пути плавания ледокола «Ямал» во льдах различной сплоченности в Арктическом бассейне летом 1996 г.

Эксплуатация атомных ледоколов типа "Арктика" во время высокоширотных плаваний показала, что ледоколы данного класса способны осуществлять плавание со средней скоростью 8-9 узлов в июле и 10-11 узлов в августе. Средняя скорость движения ледокола "Ямал" во время плаваний 1996 года составила 12-13 узлов в июле и 13-14 узлов в августе. Относительная протяженность пути плавания со скоростью 5 узлов и менее, когда движение носит неустойчивый характер, не превысила 1 % (Рис. 5).

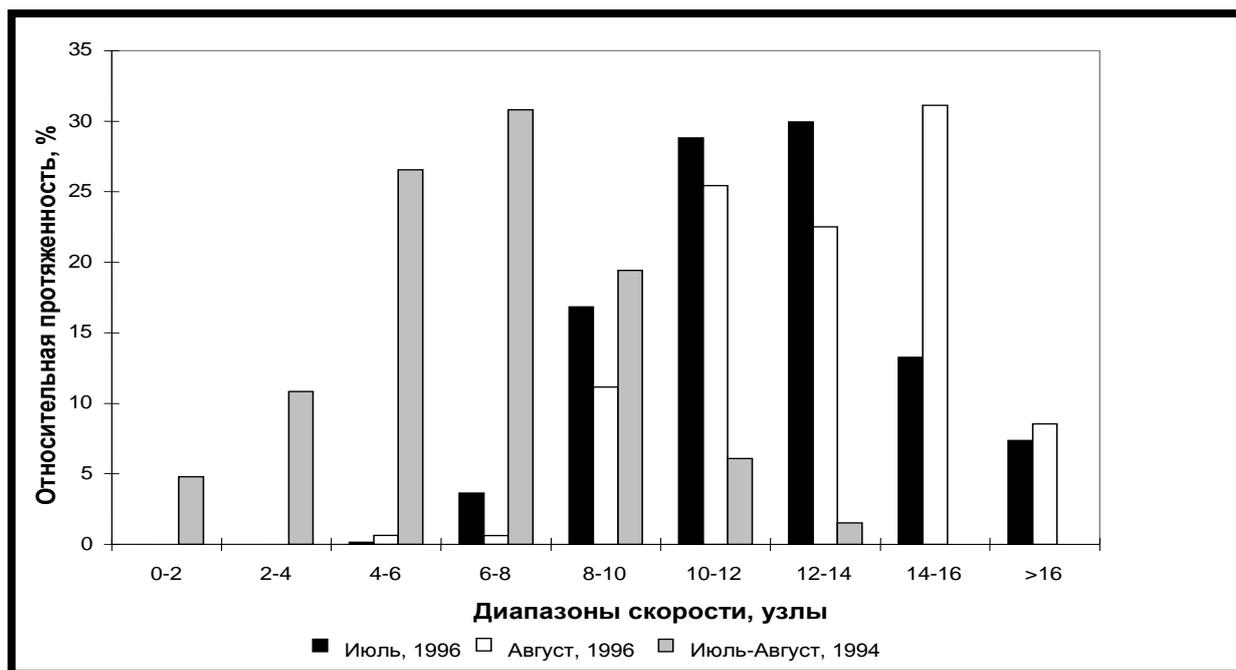


Рис. 5. Распределение относительной протяженности пути по диапазонам скорости движения ледоколов «Polar sea» в июле – августе 1994 г. и «Ямал» в июле, августе 1996 г.

Важным показателем трудности плавания является используемая мощность судовой энергетической установки (ЭУ). В среднем, даже в августе 80 % от общей протяженности плавания в Арктическом бассейне ледокол движется с использованием 90-100 % мощности ЭУ (Таблица 1). В июле 1996 года ледокол использовал 90-100 % мощности ЭУ лишь на 20 % своего пути, а в августе используемая мощность не превышала 70 %.

Таблица 1

Распределение протяженности пути плавания с использованием различной мощности судовой энергетической установки, %

Месяц	Мощность ЭУ, в % от максимальной				
	40	55	70	90	100
июль (1991-1993)	0	0	10	45	45
август (1991-1993)	0	0	20	44	36
июль, 1996	5	42	35	18	1
август, 1996	16	49	35	0	0

Таким образом, плавания ледокола "Ямал" доказали принципиальную возможность, целесообразность и эффективность использования этого варианта плавания в тех случаях, когда ледовая обстановка на трассе Северного морского пути является достаточно сложной. В связи с этим закономерны два вопроса: как часто возникают подобные ситуации и какова причина их возникновения?

Особенности леодообмена арктических морей с Арктическим бассейном, влияющие на транзитное плавание.

Как отмечалось выше, трансарктический транзит целесообразен в тех случаях, когда ледовые условия на трассе Северного морского пути неблагоприятны. Знания о циркуляции вод и льдов в Арктическом бассейне позволили обратиться к связи дрейфа льдов в Арктическом бассейне с ледовыми условиями арктических морей. Этими вопросами занимались Д.Б. Карелин, П.А. Гордиенко, З.М. Гудкович и др. П.А. Гордиенко, анализируя ледовые условия в 1954 году (Рис.1) отметил следующие основные особенности барического поля атмосферы, проявившиеся в своеобразии дрейфа льдов и формировании легких условий плавания в Арктическом бассейне:

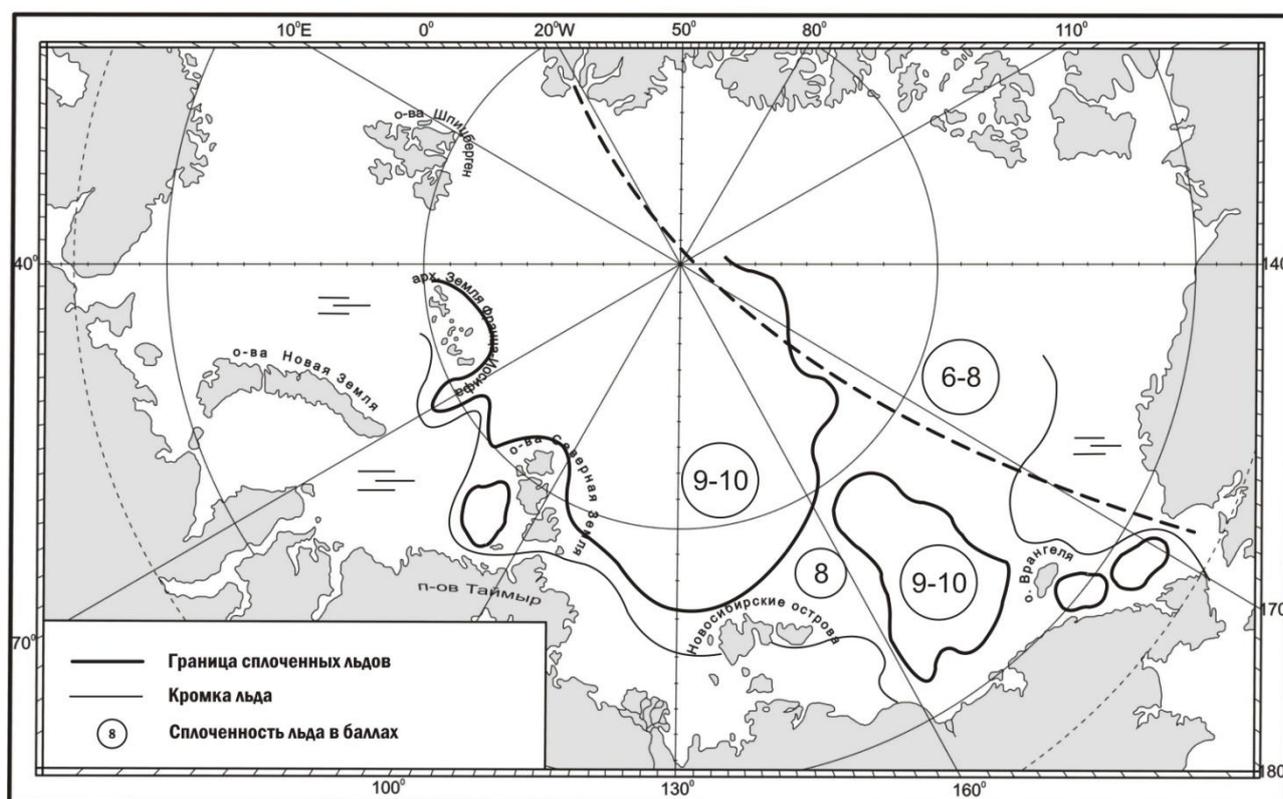


Рис.1. Ледовая обстановка в Арктическом бассейне и арктических морях в сентябре 1954 г.

- 1) вынос льдов из СЛО в Гренландское море был замедлен в связи с преобладанием ветров, направленных против выносного потока поверхностных вод и льдов;
- 2) в канадско-американском секторе в течение всего лета изобары были устойчиво направлены от Берингова пролива к Гренландии. В связи с этим у

северных берегов Гренландии и островов Канадского Арктического архипелага отмечалось уплотнение и сжатие льдов;

3) от района Северного полюса дрейф льда был направлен к Восточно-Сибирскому морю, острову Врангеля и западной части Карского моря. Из-за разности в скорости и направлении дрейфа льда вдоль линии дрейфораздела возникла обширная область пониженной сплоченности льда.

Анализ проведенный З.М. Гудковичем показал, что важным фактором, влияющим на ледообмен арктических морей с Арктическим бассейном является циркуляция вод в этом бассейне, которая представляет собой единую систему с течениями в окраинных морях и в значительной степени определяет вынос льдов в Гренландское море. Сопоставляя карты распределения атмосферного давления с динамическими картами течений Арктического бассейна, З.М. Гудкович выделил два типа циркуляции поверхностных вод.

Тип А характерен для лет, когда в зимний период (октябрь-март) усиленное развитие получает арктический антициклон (Рис. 2), а область циклонической циркуляции ослаблена и сокращена. Стрежень основного потока проходит вдоль северных окраин арктических морей. Вынос льдов в Гренландское море усилен. При типе А в летний период кромка льдов на севере Чукотского моря располагается значительно севернее ее среднего положения. Врангелевский ледяной массив исчезает рано, ледообразование начинается поздно. Этот тип в целом формирует благоприятные условия на Северном морском пути.

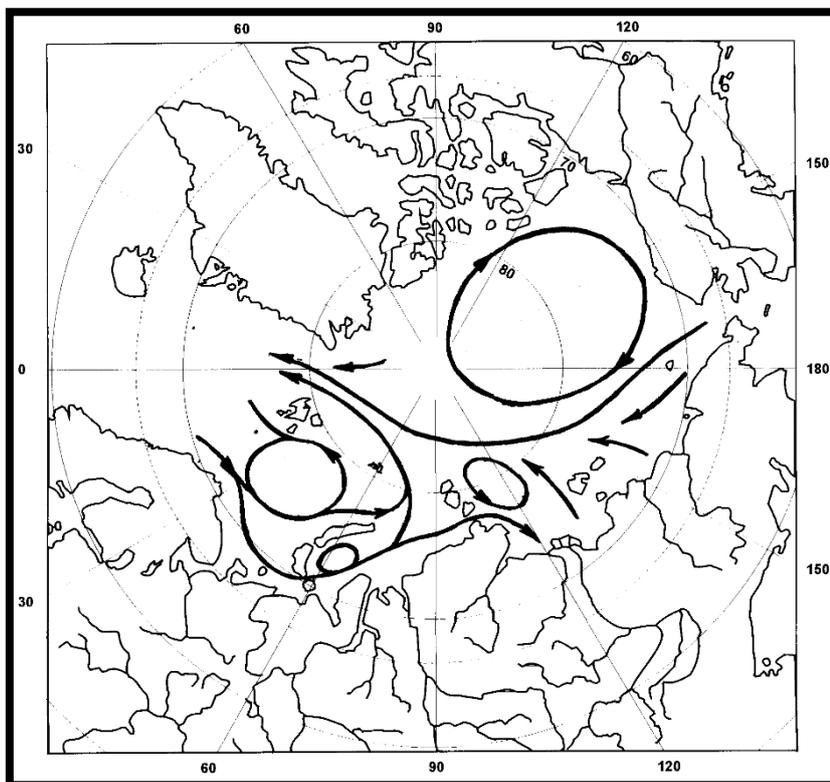


Рис. 2. Схема циркуляции поверхностных вод Арктического бассейна по типу А.

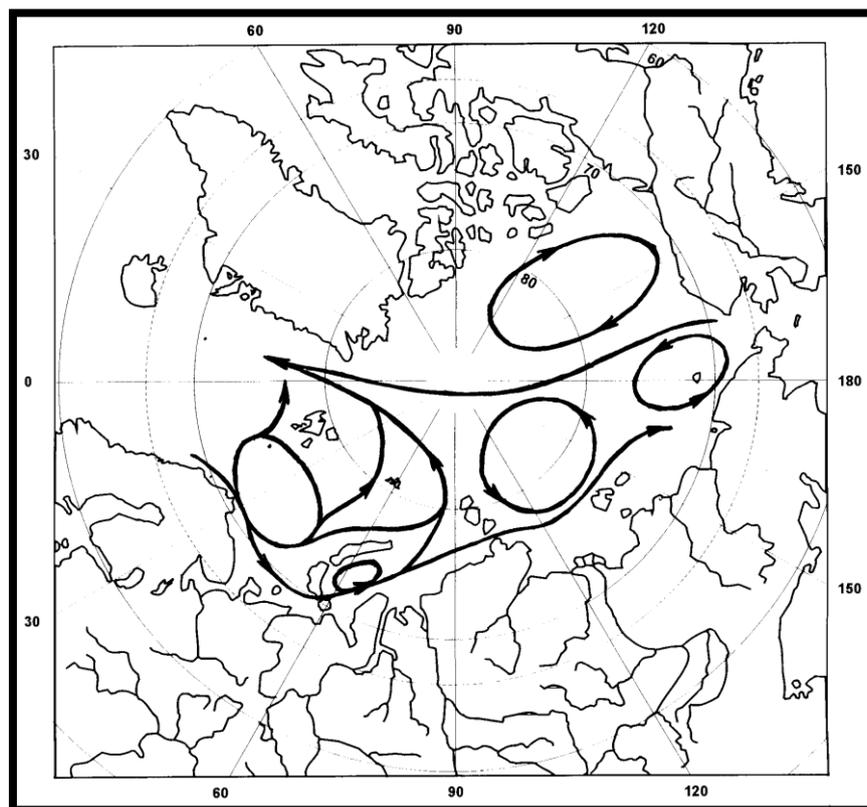


Рис. 3. Схема циркуляции поверхностных вод Арктического бассейна по типу Б.

Тип Б формируется при распространении сибирского антициклона на северные окраины восточных морей и ослаблении арктического антициклона. Основной поток ослаблен, его стрежень смещается на север, что приводит к возникновению циклонической циркуляции вод в Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском морях. В Карском море создаются благоприятные условия для выноса льдов, вынос льдов из моря Лаптевых ослаблен, а в Восточно-Сибирском и Чукотском морях создаются условия для приноса многолетних льдов и смещения Айонского ледяного массива к востоку (Рис. 3). Очевидно, что все эти признаки присущи ситуации, сложившейся в 1996 году.

Следует подчеркнуть, что типы А и Б не охватывают всего многообразия изменений в системе циркуляции вод Арктического бассейна. З.М. Гудкович установил, что смена типов циркуляции происходит постепенно каждые 3-5 лет.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что благоприятные ледовые условия в Арктическом бассейне в летний период наблюдаются в зоне дрейфораздела при формировании циркуляции поверхностных вод по типу Б, который в свою очередь определяется степенью развития арктического антициклона и интенсивностью воздушных переносов в предшествующий зимний период. Кроме того, воздействие гидрометеорологических процессов

предшествующего периода на ледовую обстановку в большинстве случаев поддерживается атмосферными процессами в летний период.

Для подтверждения этой гипотезы в АНИИ были проанализированы поля приземного давления по элементарным синоптическим процессам длительностью 3-4 суток над Северным ледовитым океаном в период июль-сентябрь за 1949-1996 гг. Оказалось, что в период формирования благоприятных условий плавания в Арктическом бассейне преобладают барические системы, обуславливающие трансарктический перенос воздушных масс от района Шпицбергена в сторону восточной части Восточно-Сибирского и Чукотского морей. Такие воздушные потоки формируются, как правило, на границе между циклонами, развивающимися над канадской частью приполюсного района, а также Канадским арктическим архипелагом, и антициклоном, располагающимся над морями Российской Арктики. Типовая картина такого процесса приведена на рис.4.

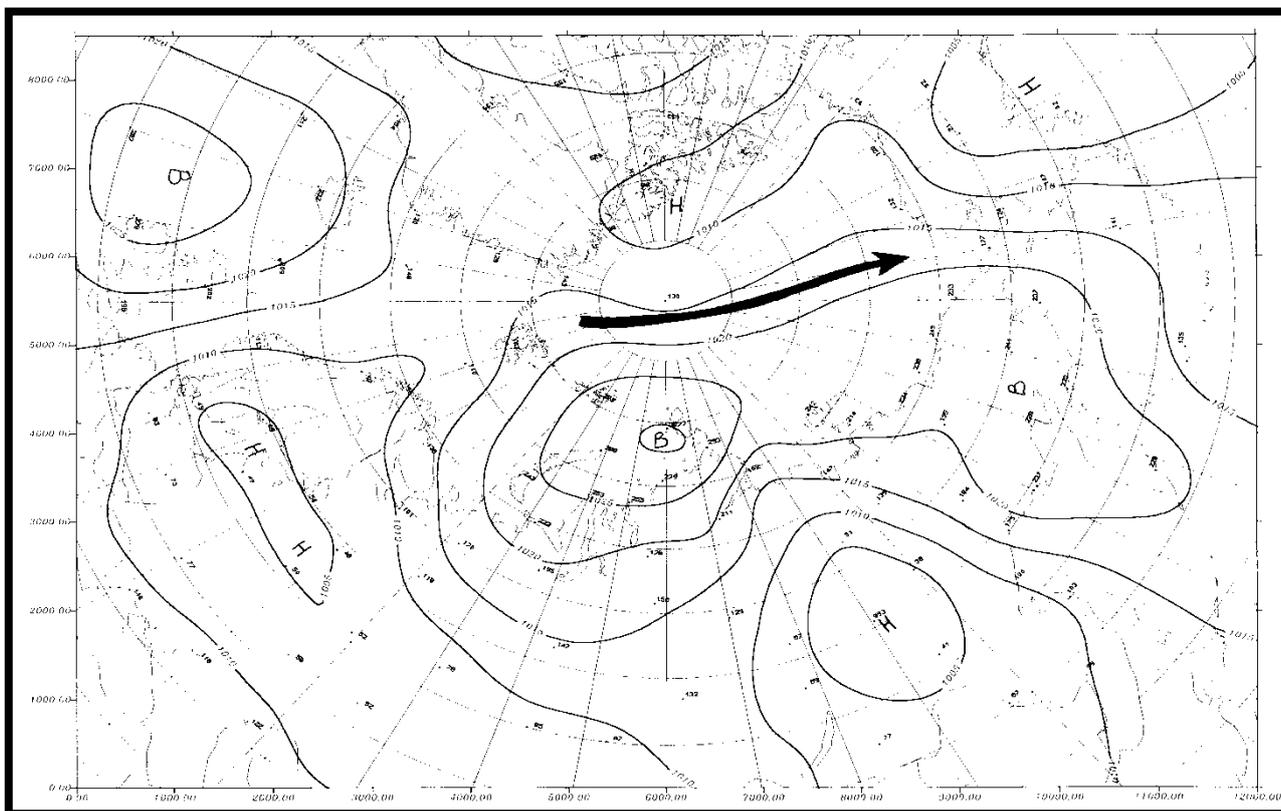


Рис.4. Приземное поле давления с 10 сентября по 13 сентября 1996 г.

В годы, когда в июле-сентябре в районе дрейфораздела создаются значительные разрежения льда, синоптические ситуации схожие с той, что приведена на рис.8 в июле имеют повторяемость 65%, в августе - 58% и в сентябре - 44% относительно всех наблюдавшихся элементарных синоптических процессов. Отсюда можно предположить, что воздушные потоки, направленные навстречу генеральному дрейфу льда способствуют возникновению составляющей,

направленной в сторону восточных арктических морей сибирского шельфа и тем самым обуславливают формирование зон пониженной сплоченности льда в Арктическом бассейне в районе дрейфораздела.

Неблагоприятные условия плавания в арктическом бассейне в июле-сентябре формируются на фоне высокой повторяемости тех синоптических процессов, при которых происходит перенос воздушных масс от Аляски к Шпицбергену, поддерживая тем самым генеральный дрейф льда и не вызывая составляющей дрейфа, направленной в сторону восточных морей сибирского шельфа. Такие процессы имеют повторяемость в июле - 63%, в августе - 51% и в сентябре - 56%.

Существует два основных типа барических систем, которые обеспечивают такую направленность воздушных переносов: перенос вдоль периферии циклонов, развивающихся над западной Арктикой, Карским и Лаптевых морями; перенос воздушных масс вдоль периферии арктического антициклона, занимающего положение над канадским сектором Арктики и приполюсным районом. Одна из таких синоптических ситуаций приведена на рис. 5.

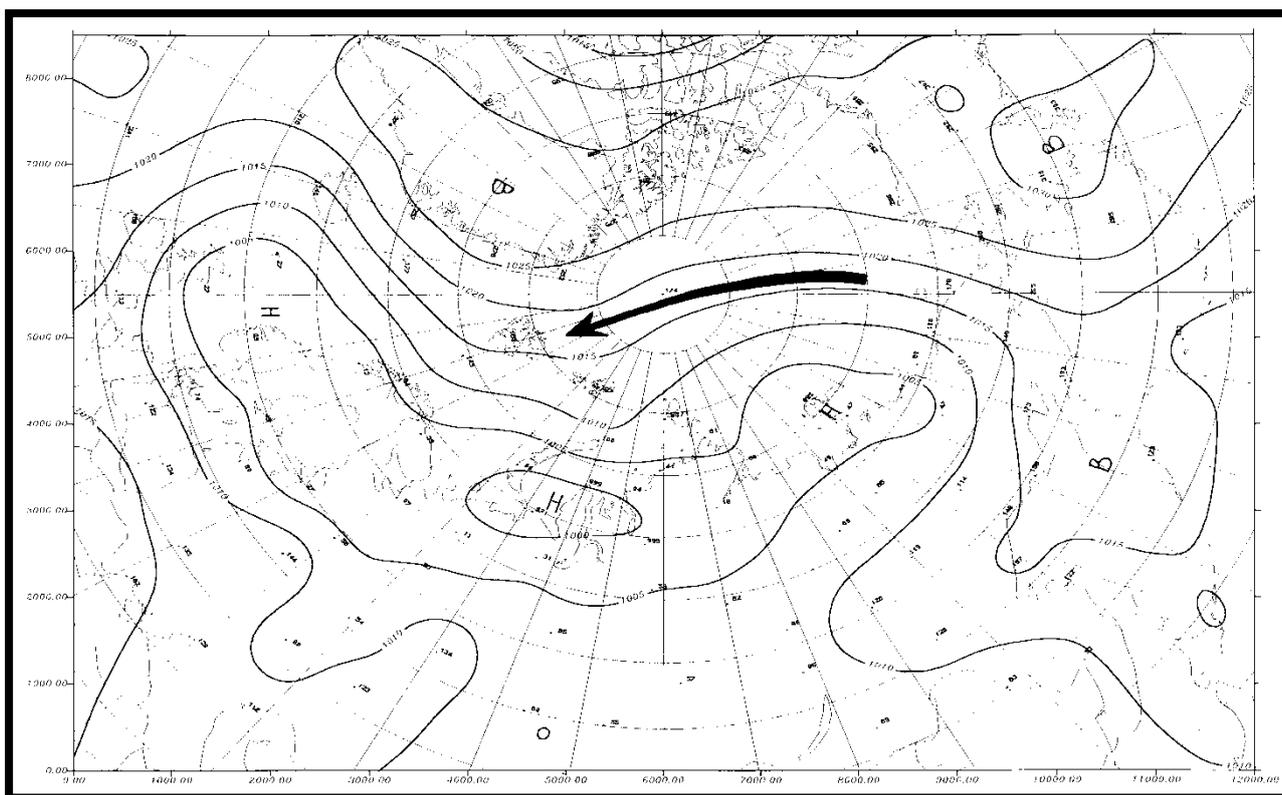
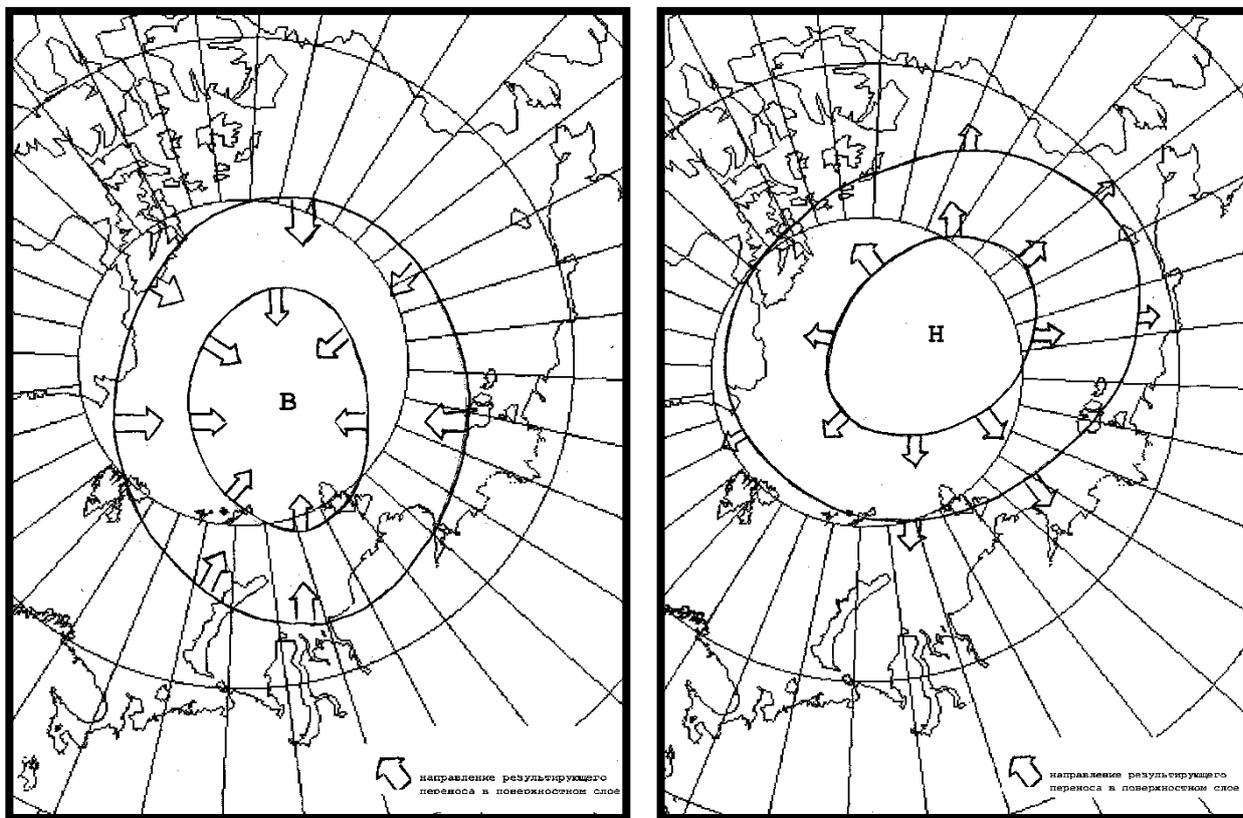


Рис.5. Приземное поле давления с 8 июля по 10 июля 1993 г.

Следует также отметить, что в июле в годы с тяжелыми ледовыми условиями плавания в Арктическом бассейне переносы воздушных масс от Аляски в сторону Шпицбергена в 56% случаев связаны с арктическими антициклонами.

Специалисты научно-оперативной группы Штаба морских операций в Певеке провели анализ ледовых характеристик плавания полюсных круизов, полученных от гидролога а/л «Ямал». Маршруты ледокола были нанесены на среднедекадные карты барического поля. Они также пришли к выводу, что сплоченность и сжатие льда в океаническом бассейне в навигационный период изменяются весьма существенно и тесно связаны с полем атмосферного давления. Синоптические условия их формирования в приполюсном районе и прибрежной трассе СМП имеют принципиальное отличие и зачастую приводят к а зональному, «перевернутому» распределению льда, т.е. когда на юге лед тяжелее, чем на севере.

Они пришли к выводу, что увеличение сплоченности и появление сжатий в Северном Ледовитом океане, вдали от искажающего влияния мелководья и побережья, имеет ту же природу что и водные возвышенности центральных районов океанов в зоне действия субтропических максимумов. Вследствие эффекта Экмана, результирующий перенос в верхнем слое океана, обусловленный антициклонической циркуляцией ветра, направлен к центру области высокого давления. Иными словами, под атмосферным максимумом возникает конвергенция (схождение) поверхностных вод (рис. 6а).



а)

б)

Рис. 6. Схема формирования ледовых условий плавания в приполюсном районе.

а) – сложные; б) – легкие.

Если рассматривать действие арктического антициклона на примере восточных арктических морей, то при устойчивом развитии гребня к востоку от о. Врангеля в летний период происходит быстрое очищение ото льда прибрежной трассы, низкие уровни моря, положительные аномалии температур на побережье, смещение кромки льда в высокие широты и сжатый приполюсный массив. Также необходимо отметить, что во второй половине навигации, развивающейся по типу легкой, вместе с кромкой льда в высокие широты смещается и арктический фронт с циклонической деятельностью. Как правило, ухудшение ледовых условий на трассе не отмечается, несмотря на некоторое разрежение льда в высоких широтах.

К совершенно иным ледовым условиям приводит длительное воздействие циклоничности в приполюсной области в навигационный период. Поверхность океана под барической депрессией подвергается воздействию ветров, направленных против часовой стрелки. Согласно идее Экмана, поверхностные воды должны течь в радиальном направлении от центра циклона (рис.6б). В Арктике преобладание такого типа атмосферной циркуляции приводит к азональности ледовых условий. В арктических морях наблюдается интенсивный нажимной дрейф льда, повышенные ледовитости и площади массивов, сжатия на прибрежных трассах, нагонные колебания уровня. В океанической области наблюдается значительное разрежение льда.

Таким образом, при прогнозировании ледовых условий плавания в Арктическом бассейне помимо ледово-гидрологических и синоптических процессов предшествующего периода, необходимо учитывать ожидаемые синхронные синоптические процессы над Северным ледовитым океаном.

Учет влияния ориентации разрывов в ледяном покрове на скорость движения судна во льдах.

Общеизвестно, что перед выполнением какой-либо морской операции в море, покрытом льдом, в числе прочих подготовительных мероприятий оценивается фактическое распределение ледяного покрова в районе плавания по данным спутниковых снимков, с помощью которых можно получить информацию об общей сплоченности льда, его возрастном составе (что эквивалентно грубой оценке распределения толщины), преобладающих размерах льдин, торосистости, разрушенности, а также наличию и ориентации разрывов. В принципе этого достаточно для того, чтобы оценить ожидаемую скорость движения ледокола заданного типа или стандартного каравана. Для этого можно использовать эмпирико-статистическую модель оценки трудности плавания судов во льдах, предложенную в работе А.Я. Бузуева «Влияние природных условий на судоходство в замерзающих морях» в 1982 году. В модели учитывается факт наличия разрывов путем введения дополнительного коэффициента, зависящего только от типа ледокола или каравана. С.В. Фролов и С.В. Клячкин в статье «Учет влияния ориентации разрывов в ледяном покрове на скорость движения судна во льдах» показали, что скорость движения зависит также и от преобладающей ориентации разрывов, которые необходимо учитывать в расчетах.

Во время гидрометеорологического обеспечения высокоширотных плаваний и транзитных рейсов по трассе Северного морского пути Е.И. Макаров и С.В. Фролов установили, что одной из важнейших ледовых характеристик плавания в зимне-весенний период является тип ориентации разрывов в ледяном покрове относительно генерального курса движения ледокола. Выделено пять основных типов.

Тип *A* – зона ориентированных НСЛ: преобладающая ориентация системы НСЛ и генеральный курс движения ледокола совпадают или различаются не более чем на 30° .

Тип *B* – зона неориентированных НСЛ: степень ориентированности НСЛ невелика или преобладающая ориентация НСЛ отличается от генерального курса движения ледокола более чем на 30° .

Тип *C* – зона повышенной раздробленности ледяного покрова: плавание осуществляется по зоне, как правило, ориентированной, с преобладанием битых форм ледяного покрова (количество ледяных полей составляет менее 5 баллов).

Тип *D* – зона отсутствия НСЛ: движение ледокола осуществляется в сплошном льду (сплоченность 10 баллов), преобладающие формы ледяного покрова – ледяные поля.

Тип *E* – зона пониженной сплоченности ледяного покрова: четко выраженные НСЛ отсутствуют, движение ледокола происходит в равномерно распределенном по акватории льду, сплоченностью 8 баллов и менее. Зоны этого типа характерны для летнего периода и для прикромочных районов в весенний период.

В апреле мае 1998 г. была успешно проведена проводка танкера "*Uikku*" из Мурманска в Обскую губу и обратно в рамках проекта *ARCDEV* (*Arctic Demonstration and Exploratory Voyage*). Использование заприпайных полыней и нарушений сплошности в ледяном покрове при плавании через ледовые массивы обеспечило высокую скорость проводки и выполнение этого рейса в заданные сроки.

В течение экспедиции *ARCDEV* с борта ледокола "Капитан Драницын", входящего в состав каравана, были проведены специальные судовые ледовые наблюдения. Особое внимание при производстве наблюдений уделялось определению типа ориентации НСЛ.

Наибольший эффект от использования НСЛ достигается при плавании через ледяные массивы, в которых преобладают однолетние толстые и средние льды. В течение экспедиции *ARCDEV* движение каравана в таких льдах осуществлялось на двух участках: мыс Желания – точка с координатами 77°02'с.ш., 77°08'в.д. и точка с координатами 73°55'с.ш., 71°22'в.д. – пролив Карские Ворота. Ледяной покров в этих районах состоял преимущественно из однолетних толстых и средних льдов, количество молодых и начальных льдов не превышало 1,5 баллов, общая сплоченность льда по данным спутниковых снимков составляла 10 баллов.

По данным специальных наблюдений преобладающая часть пути на этих участках пролегла по зонам типа *A* и *B* (табл. 1), т.е. движение осуществлялось с максимально возможным использованием НСЛ. Незначительная протяженность пути в зонах типа *C* характерна для зимне-весеннего сезона, когда в замерзающих морях преобладают большие ледяные поля и обширные поля сморози льдов. Характерный масштаб однородных ледовых зон с различным типом ориентации НСЛ практически совпала (табл. 1), однако для зон с отсутствием НСЛ (тип *D*) характерна наибольшая изменчивость их протяженности.

Таблица 1

Относительная суммарная протяженность пути и характерный масштаб зон с различным типом ориентации НСЛ

Параметр	Тип зоны			
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
Относительная протяженность, %	35	33	4	28
Характерный масштаб зоны, мили	3,28	3,27	2,22	3,17
Стандартное отклонение, мили	4,49	2,74	4,21	4,74

Распределение ширины НСЛ для каждой из типов зон имеет существенные различия (рис. 1). В зонах, где НСЛ имеют ориентацию, совпадающую с генеральным курсом движения судна (тип *A*), повторяемость НСЛ с шириной, превышающей, в среднем, ширину судна (ледокола) – 25 м, составляет 90 %. В зонах типа *B* и *C* повторяемость таких НСЛ составляет 47 и 23 % соответственно.

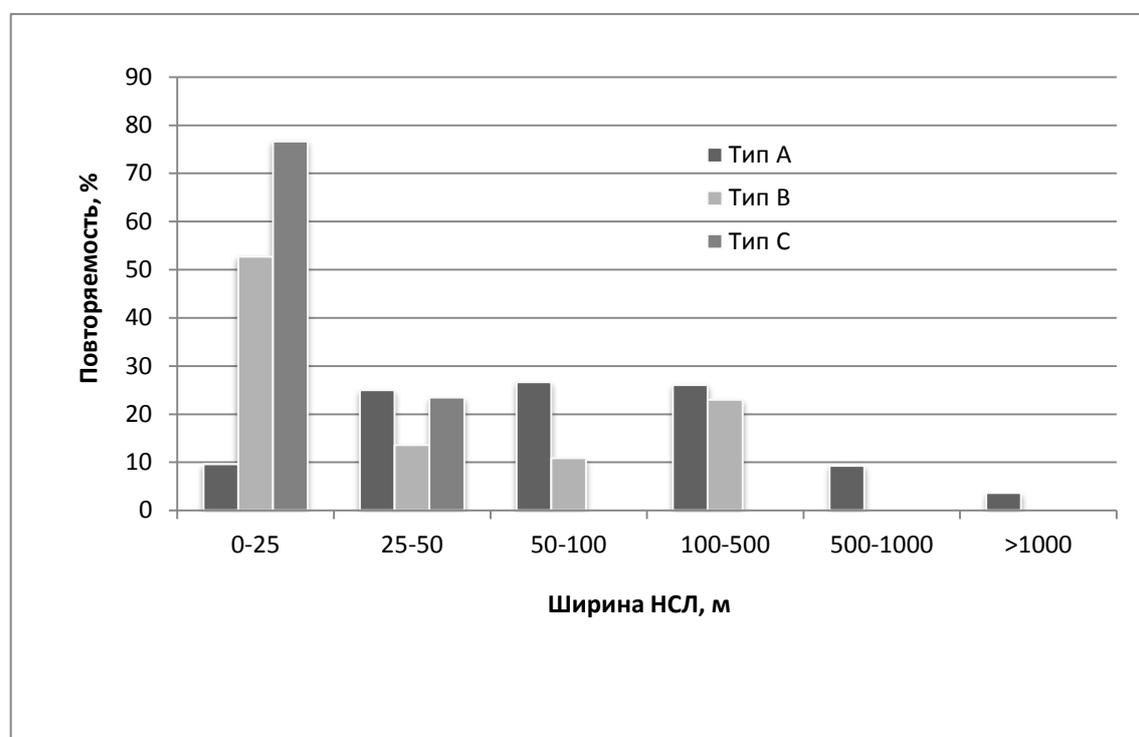


Рис. 1. Распределение ширины НСЛ в зонах с различным типом ориентации НСЛ.

Эксплуатационная скорость движения ледокола является интегральной характеристикой системы взаимодействия лед—судно, отражающей эффективность

использования на трассе судна того или иного класса. Сравнение распределений протяженности пути по диапазонам скорости позволяет определить зоны, плавание по которым наиболее эффективно (рис 2).

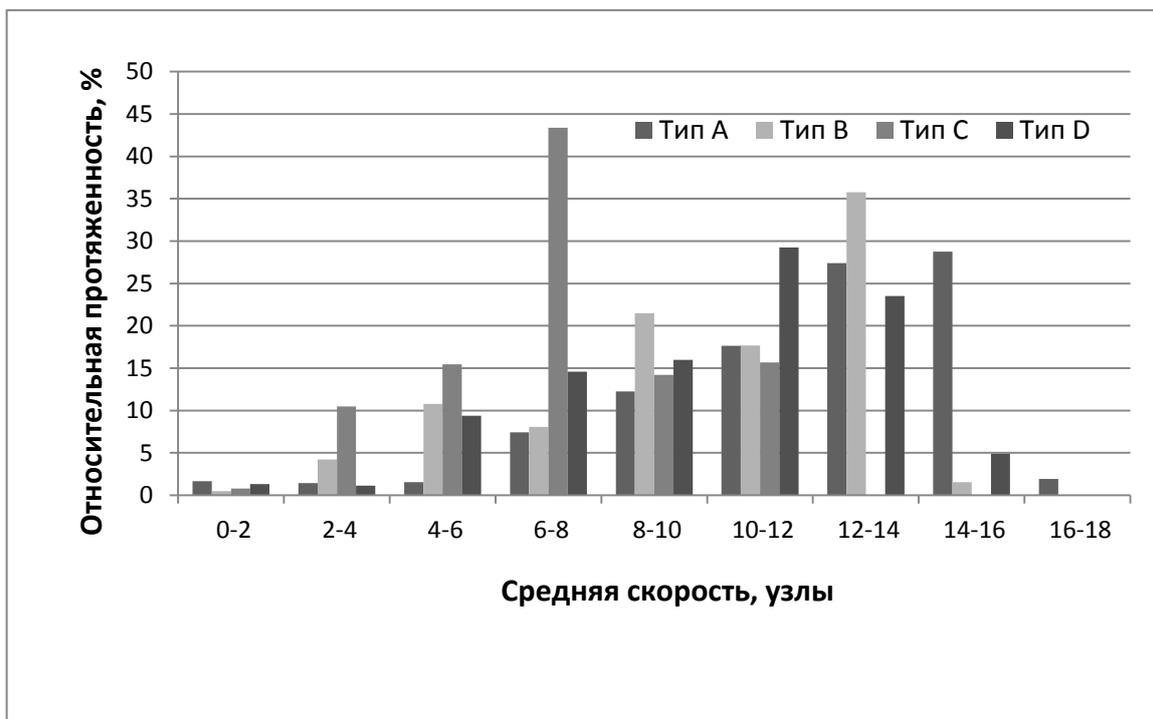


Рис. 2. Распределение относительной протяженности пути по диапазонам скорости в зонах с различным типом ориентации НСЛ.

Анализ данных о распределении скорости, представленных на рис. 2, показывает, что наиболее благоприятными зонами для плавания являются зоны с благоприятной ориентацией НСЛ (тип *A*), наименее благоприятными – зоны с повышенной раздробленностью ледяного покрова (тип *C*). Неблагоприятные условия плавания в зонах типа *C* в зимне-весенний период обусловлены тем, что, как правило, эти зоны находятся в районах дрейфоразделов ледяного покрова, которые характеризуются повышенным фоном торосистости и высокой вероятностью сжатий. Характеристики распределения скорости плавания в зонах с неблагоприятной ориентацией НСЛ (тип *B*) и в зонах с отсутствием НСЛ (тип *D*) близки между собой (табл. 2). Таким образом, наличие на пути плавания НСЛ, ориентация которых не совпадает с генеральным курсом движения судна, практически не влияет на скорость его движения.

Таблица 2.

Характеристики распределения скорости плавания в зонах с различным типом ориентации НСЛ.

Характеристика	Тип зоны			
	A	B	C	D
Средняя скорость, узлы	11,8	10,1	7,0	10,0
Протяженность пути со скоростью более 10 узлов, %	76	55	16	58
Протяженность пути со скоростью менее 6 узлов, %	5	15	27	12

Подтверждением этим выводам являются также данные наблюдений о работе набегамии. При движении в зонах типа *A* относительная протяженность пути плавания, когда ледокол был вынужден работать набегамии составила 2 %, в зонах типа *C* – 38 %. При плавании в зонах типа *B* и *D* ледокол работал набегамии на 7 и 5 % пути соответственно. Необходимо отметить, что сведения о работе набегамии относятся к ледоколу "Капитан Драницын".

Важным показателем, позволяющим оценить эффективность использования НСЛ, является критерий, предложенный в работе: «*Liljestrom G. Trafficability Data from the 1991 International Arctic Ocean Expedition. Proceedings of ICETECH'94. – Calgary, 1994. – P. R11–R18.*». Этот критерий, названный индексом разрыва, определяет время, затраченное на плавание судна по чистой воде и молодым льдам. Индекс разрыва определяется в тех случаях, когда оба борта судна не контактируют со льдом, толще 20 см и рассчитывается как отношение времени плавания по чистой воде или молодым льдам к общему времени плавания в однородной ледовой зоне. Наблюдения, выполненные в ходе экспедиции *ARCDEV*, позволили определить индекс разрыва для зон с различной ориентацией НСЛ.

Среднее значение индекса для зон типа *A* составила 0.43, для зон типа *B* – 0.05, для зон типа *C* – 0. Очевидно, что значение индекса зависит от ширины НСЛ и их протяженности. Эта зависимость в целом неплохо аппроксимируется логарифмической функцией (рис. 3, 4):

$$\text{для зон типа } A \quad Li = 0.1817 \ln(W) - 0.375 \quad (1);$$

$$\text{для зон типа } B \quad Li = 0.0272 \ln(W) + 0.0149 \quad (2),$$

где Li – индекс разрыва, W – ширина НСЛ в метрах.

Следует отметить, что аппроксимация произведена для НСЛ шириной не менее 25 метров (т.е. более ширины ледокола), потому что для НСЛ с меньшей шириной значение индекса равно 0.

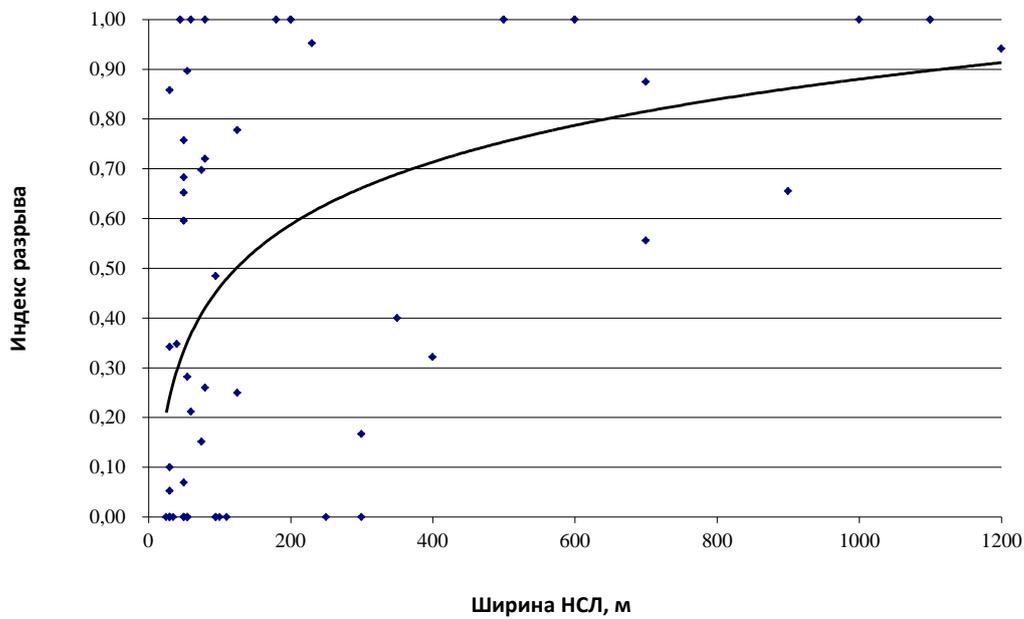


Рис. 3. Зависимость индекса разрыва от ширины НСЛ в зонах типа А.

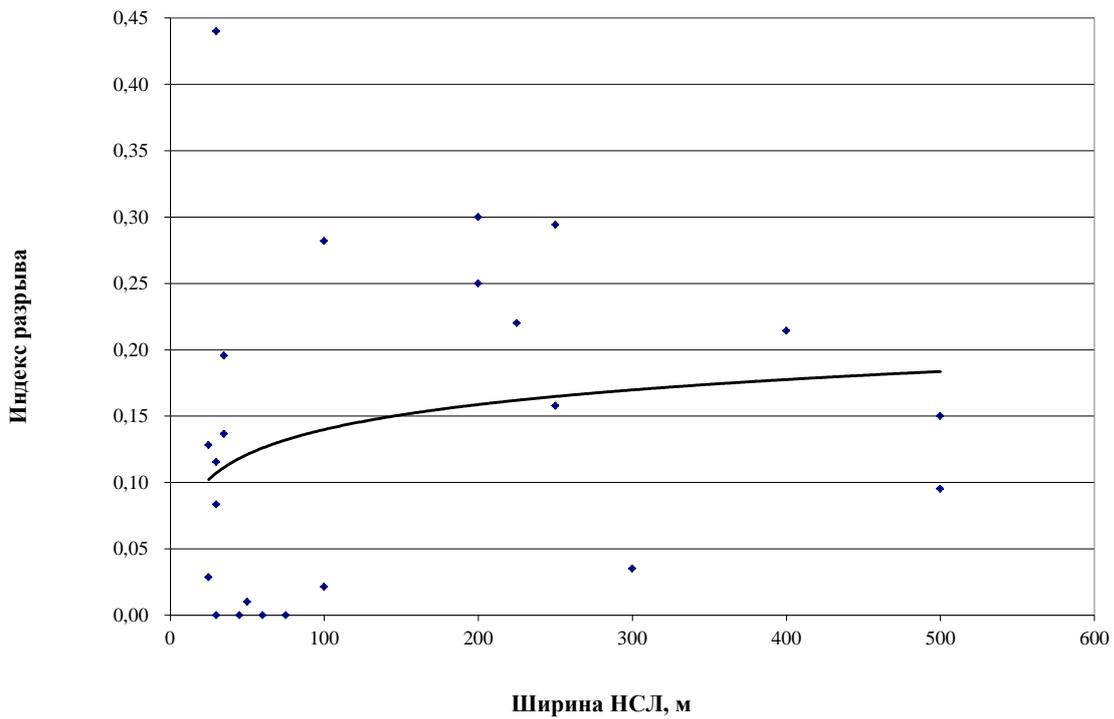


Рис. 4. Зависимость индекса разрыва от ширины НСЛ в зонах типа В.

Учесть влияние преобладающей ориентации разрывов на скорость плавания можно следующим образом. По известному распределению характеристик ледяного покрова в районе плавания выделяются зоны с различным типом ориентации разрывов, а также оценивается их протяженность. Затем, с использованием соотношений (1) и (2) определяется индекс разрыва для зон каждого типа. Далее с помощью эмпирико-статистической модели оценки трудности плавания судов во льдах оценивается скорость движения V_D в зоне, где вообще нет разрывов (тип D), и скорость V_C в зоне раздробленных льдов (тип C), а также скорость движения непосредственно в разрыве V_L (по чистой воде или молодым льдам).

Оценка скорости движения в зонах с отчетливо выраженной ориентацией разрывов (тип A и тип B) выполняется с использованием индекса разрыва каждой из этих зон.. Поскольку в зонах типа A или типа B часть времени судно движется по ненарушенному ледяному покрову, что аналогично типу D , а часть – непосредственно по разрыву, то средняя скорость движения V_A по зоне типа A и скорость V_B по зоне типа B определяется как средневзвешенная величина:

$$V_A = V_D(1 - L_{iA}) + V_L L_{iA}, \quad (3)$$

$$V_B = V_D(1 - L_{iB}) + V_L L_{iB} \quad (4)$$

Таким образом, суммарные затраты времени складываются из затрат на преодоление каждой зоны

$$\sum T = \frac{S_A}{V_A} + \frac{S_B}{V_B} + \frac{S_C}{V_C} + \frac{S_D}{V_D} \quad (5)$$

Этот подход был применен для анализа плавания экспедиции *ARCDEV* (табл. 3). Средние скорости движения каравана, рассчитанные для каждого типа зон по предложенному алгоритму, более соответствуют фактическим, чем значения скорости, рассчитанные с использованием алгоритма, заложенного в эмпирико-статистическую модель оценки трудности плавания судов во льдах.

Таблица 3

Расчетные и фактические скорости движения каравана экспедиции *ARCDEV* для зон с различным типом ориентации НСЛ

Тип зоны	Индекс разрыва	Скорость, рассчитанная по алгоритму модели, узлы	Скорость, рассчитанная с использованием предложенного алгоритма, узлы	Фактическая скорость, узлы
<i>A</i>	0,43	11,5	11,6	11,8
<i>B</i>	0,05	11,5	10,1	10,1
<i>C</i>	0	6,8	6,8	7,0
<i>D</i>	0	9,9	9,9	10,0

Материалы наблюдений, полученные в ходе экспедиции *ARCDEV* подтвердили тезис о необходимости учета ориентации НСЛ при оценке скорости движения судна во льдах. Разработанный алгоритм с использованием индекса разрыва позволяет произвести эту оценку более качественно.

Таким образом, можно прийти к выводу, что качество рекомендаций по выбору оптимального пути в сплошных массивах льда в основном зависит от степени разрешения снимка, полученного от спутника, который позволяет определить статистические ансамбли мелких разрывов.

О правовом статусе вод Северного Ледовитого океана.

Международный правовой статус пространств Северного Ледовитого океана во многом определяется его особым географическим положением, резко отличным от положения всех других морских пространств.

Высокоширотное, приполюсное положение Арктики, исключительно суровые климатические условия, сплошной ледовый массив, покрывающий большую часть СЛО в течение всего года, делают его недоступным для обычного мореплавания. Физические и океанографические особенности по-особому ставят вопрос и об экологической безопасности арктических государств, и об обеспечении их военной безопасности.

Другая географическая особенность заключается в том, что на побережье СЛО выходят только 5 государств: Россия, Норвегия, Дания (Гренландия), Канада, и США (Аляска). Этим фактором определяется то, что арктические районы весьма важны в первую очередь для России и Канады, обладающими наибольшими по площади арктическими территориями. Для неарктических государств судоходство, или другие виды деятельности не имели, или почти не имели значения.

В связи с особым положением Арктики издавна выработалась международно-правовая концепция, основанная на признании особой ответственности и сопутствующих ей особых прав, учитывающих законные интересы арктических государств. Одной из основ концепции было признание права прибрежных арктических государств устанавливать границы полярных владений в секторах, вершиной которых является Северный полюс, основанием – их арктическое побережье, а боковыми границами – меридианы, проходящие через крайние точки северного побережья указанных стран.

Основы концепции секторов в Арктике были заложены еще в XIX в. заключением ряда международных соглашений и договоров, таких, как Конвенция о торговле, мореплавании и рыбной ловле между Россией и США в 1824 г., русско-английская конвенция 1825 г. и русско-американский договор 1867 г., по которому Россия уступала США территорию Аляски и устанавливалась граница между двумя государствами. Договор признал в качестве линии разграничения владений двух стран меридиан, служащий боковой границей сектора.

То обстоятельство, что договор сохраняет силу более столетия и США не давали этой линии разграничения иного толкования, очевидно, должно

рассматриваться как подтверждение исторического права, основанного на давности, и не зависимо даже от самого договора.

Формулировка, используемая в договоре, позволяла утверждать, что страны исходили из того, что установленная ими линия разграничивает не только сухопутные пространства. То, что линия сектора в арктическом пространстве рассматривалась Соединенными Штатами как сфера действия суверенитета, подтверждается также ранней практикой этой страны. Как известно, в начале XX в. США своими действиями подтверждали, что претендуют на установление суверенитета над арктическими районами. В 1909 г. Пири водрузил флаг США на Северном полюсе. США не исключали принципиальной возможности установления своего суверенитета над арктическими районами. Некоторые государственные деятели страны ставили под сомнение лишь вопрос о целесообразности этого шага. Так, в ответ на телеграмму Пири президенту США, в которой сообщалось, что "полюс находится в его распоряжении", Тафт ответил, что "затрудняется найти применение для этого интересного и щедрого дара". Но уже в начале 1924 г. государственный секретарь США по морским делам выступил в конгрессе с заявлением о намерении присоединить Северный полюс к североамериканским владениям как продолжение Аляски. При этом указывалось, что США "не могут позволить, чтобы огромная неисследованная зона в миллион квадратных миль, прилегающая к Соединенным Штатам, попала бы в руки другой державы".

В этих условиях советское государство приняло ряд мер по защите своих законных интересов в Арктике. В меморандуме от 4 ноября 1924 г. советское правительство повторило ноту российского министерства иностранных дел от 1916 г. о включении в состав Российской империи всех земель, составляющих продолжение на север Сибирского континентального плоскогорья.

Секторальный принцип был закреплен Постановлением Президиума ЦИК и СНК от 15 апреля 1926 г. "Об объявлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане". Этим постановлением был объявлен советский арктический сектор, расположенный между меридианами 32°04'35" в.д. и 168°49'30" з.д. (за исключением восточных островов архипелага Шпицберген).

Устанавливая сектор, законодатель провозгласил право СССР на все острова и земли, которые открыты или могут быть открыты в пределах

сектора в будущем. Постановление не содержало прямых притязаний на суверенитет над открытой водой и ледовой поверхностью.

Впоследствии на основе общих норм международного права в пределах сектора были определены режимы территориального моря, континентального шельфа и, наконец, исключительной экономической зоны в соответствии с Конвенцией ООН по морскому праву 1982 г. Вместе с тем, поскольку государство, как общее правило, не может заранее декларировать права на все земли и острова, которые будут открыты им в будущем, т. е. без фактического первооткрытия и эффективной оккупации "ничейных" островов и земель, провозглашение такого права в пределах сектора очевидно означает, что арктическое государство (в данном конкретном случае - СССР) исходило из наличия особых прав прибрежных государств в северном полярном районе, т.е. из существования особого статуса в пределах своего арктического сектора.

Особые права прибрежного государства в пределах его сектора признали и другие государства, которые не только не оспорили права прибрежного государства на острова и земли сектора, но и испрашивали специальное разрешение для доступа в пределы сектора. В частности, можно указать на конкретные случаи, когда иностранные государства испрашивали разрешение СССР на проведение, например, научных исследований с применением дрейфующего судна, вмержающего в лед (проекты повторения дрейфов "Фрама" и "Веги"). Эти запросы и соответствующие ответы могут служить свидетельством признания в секторе объема прав прибрежного государства, отличного от его прав в открытом море.

Специфика условий Арктики влияет на особое отношение арктических государств к некоторым водным путям и на режим последних. Это касается Северного морского пути РФ, Северозападного прохода Канады и норвежской водной коммуникации "Индрелея".

Северный морской путь, связывающий Европейскую часть РФ с Сибирью и Дальним Востоком является очень важным фактором хозяйственного освоения арктических районов России. Осуществление мореплавания на этой трассе в особых условиях Арктики требует больших материальных затрат, создания соответствующей материально-технической базы, привлечения персонала. Условия навигации по Северному морскому пути диктуют необходимость постоянного его обслуживания - ледового, лоцманского, метеорологического и др. Все это предполагает особый правовой режим как

самой трассы, так и окраинных водных пространств, по которым проходит трасса.

В нотах и других актах советского правительства указывалось, что Северный морской путь является внутренней национальной коммуникацией СССР. Согласно установленному порядку проход военных кораблей по трассе Севморпути допускался только с предварительного разрешения правительства СССР, а для прохода торговых судов в проливах Вилькицкого и Шокальского была введена обязательная ледокольно-лоцманская проводка. Само учреждение Администрации Севморпути и его статус повсеместно рассматривались как подтверждение советского подхода к арктическим морям, образующим систему Северного морского пути, как к историческим водам с режимом внутренних вод.

Соответственно, в советской доктрине международного права воды арктических морей, омывающих сибирское побережье Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского и частично (в пределах арктического сектора) Чукотского рассматривались как "исторические моря" с режимом внутренних вод. При этом советская доктрина опиралась как на общую норму, признающую распространение суверенитета прибрежного государства на отдельные заливы или моря заливного типа ввиду их специфики и длительного осуществления над этими акваториями верховенства, так и на конкретную практику Российской империи и СССР.

В этой связи можно сослаться на мнение Д. Колумбоса о том, что "в силу исторических или освященных давностью оснований, либо оснований, покоящихся на особенностях залива, прибрежное государство вправе притязать на более широкий пояс береговых вод, если оно может доказать, что оно длительное время осуществляло верховенство над данным заливом и что такое притязание прямо или молчаливо признано подавляющим большинством других государств". Ярким примером признания подобных особых ситуаций может служить признание "исторических прав" Канады на Гудзонов залив.

Правовое положение Северного морского пути и морей, составляющих его систему, тесно взаимосвязано и с режимом проливов, ведущих в эти моря. Почти все они - Карские ворота, Югорский шар, проливы Шокальского, Вилькицкого и другие перекрываются территориальными водами бывшего СССР, за исключением проливов Дмитрия Лаптева и Санникова. Но все они, так же как и пролив, ведущий в Гудзонов залив, проливный путь "Индрелея" и

некоторые другие арктические проливы являются историческими проливами соответствующих арктических государств, так как они находятся в стороне от путей международного судоходства и на протяжении длительного времени используются этими прибрежными государствами или ведут к их историческим заливам и морям.

Стремясь к установлению своего суверенитета над арктическими водами, Канада в разное время выдвигала и использовала в качестве международно-правового обоснования своих притязаний секторальную теорию, принцип "исторических" вод и, наконец, природоохранные меры. И это правильный путь.

Во всеобъемлющем докладе Генерального секретаря ООН на 61-й сессии Генеральной ассамблеи этой организации, говорится о том, что морская среда Арктики характеризуется уникальными социально-культурными аспектами, экономическим потенциалом и важнейшей ролью в климатических процессах. Давление, оказываемое на морскую среду Арктики в силу факторов климата и экономического развития, таких как: судоходство, сброс отходов, освоение морских месторождений нефти и газа, деятельность на суше, - увеличивается. Согласно результатам оценок, по сравнению с большинством других районов мира Арктика остается пока чистой средой. Однако по некоторым загрязнителям, сочетание различных факторов вызывает обеспокоенность в связи с угрозой некоторым морским экосистемам. Эти обстоятельства иногда остаются локальными, но в ряде случаев могут принимать региональный и циркумполярный масштаб. Созданий условий, благоприятствующих безопасному и эффективному судоходству во всех районах Мирового океана, является прежде всего обязанностью государств флага, но и обязанностью прибрежных государств. Исторически сложилось, что Россия, являясь крупнейшей арктической державой, обеспечивает режим функционирования Северного морского пути в плане безопасности полярного мореплавания и сохранения уникальной арктической природной среды от загрязнения, способствуя одновременно выполнению взятых на себя международных обязательств.

В Канаде, после аварии американского танкера «Манхеттен» во льдах в канадской части Северо-Западного прохода, принят закон в 1970 году «Закон о предотвращении загрязнения арктических вод» и объявлены 100-мильные зоны безопасности судоходства. В США, у арктического побережья Аляски, в 1989 году из аварийного танкера «Эксон-Валдиз» вылилось в море более 100 тыс. тонн нефтепродуктов. Для ликвидации катастрофических последствий затрачено более 1 млрд. долларов. В связи с этим в США в 1990 году принят «Акт о загрязнении нефтью» (OPA-90).

Однако несмотря на сложившуюся международную правовую практику и логику ответственности арктических государств за сохранность экологии арктического бассейна, США уже несколько десятилетий стремится к «открытию» арктических морских пространств, прилегающим к другим государствам, и прежде всего СССР, а также Канады, и ведут линию на «интернационализацию» Арктики, создание своеобразного «международного полярного права». Арктическая политика США была сформулирована в докладе президента Конгрессу, подготовленном в 1969 году Национальным советом по освоению ресурсов моря и развитию техники. Не считаясь с исторически сложившимся и действующим режимом, в докладе утверждалось, что арктический регион состоит в основном из международных районов, подпадающих под режим открытого моря, который предусматривает свободу прохода военными кораблями и торговыми судами под любыми флагами, независимо от компетенции прибрежного государства.

Значительный интерес к проблемам Арктики, в том числе к проблемам Северного морского пути, начинают настойчиво проявлять и неарктические государства, в том числе – Великобритания, Германия, Польша и ряд других. В свое время адмирал Р. Бело назвал Арктику «Средиземным морем завтрашнего дня», одновременно указывая на ее стратегическое значение. Один из современных российских экономистов, также убежденно пишет о том, что новая роль Арктики – роль «Средиземного моря» между развитыми странами мира.

Очень привлекательно выглядит для западных стран придание СМП статуса «международного транспортного коридора». Они считают, что такое придание «осложнено неправомерным (с позиции западных юристов и международного права) перекрытием внутренними водами России проливов международного значения». Достаточно известной является точка зрения, что споры о судоходстве в Арктике могут возникнуть и обостриться, если в арктическое мореплавание будут все активнее участвовать и другие страны. Например, в связи с возможным потеплением климата и соответствующим потенциально возможным «расширением прав» неарктических государств.

Комментарии

Энергетические богатства арктического шельфа и кажущаяся наступающая доступность использования арктических трасс для транзита грузов между Северной, Северо-Западной Европой и Юго-Восточной Азией, Канадой и США создают неарктическими государствами и крупными трансокеанскими компаниями определенный ажиотаж вокруг темы перспективного использования Арктики. Наличие ажиотажных интересов и существование недоказанной гипотезы глобального потепления в первую очередь служат интересам Соединенных Штатов. В американских источниках сегодня можно найти утверждение, что время «решающего поединка» по поводу свободы судоходства в Арктике наступит тогда, когда растает лед, сковывающий Северо-Западный проход, а Северный морской путь, может в этом смысле еще раньше стать пригодным для судоходства.

Вопросы наступления так называемого «глобального потепления» в настоящее время изучаются тщательным образом как зарубежными, так и отечественными учеными, однако единого мнения по данной проблеме пока нет. Специалисты ААНИИ, к примеру, считают что существенные климатические изменения на планете имеют циклический характер (основной долгопериодный цикл около 60 лет, затем вековой и т.д.) и в ближайшие десятилетия ледовые условия в Арктике будут иметь тенденцию перехода к более суровым, такого же мнения придерживаются и специалисты Канады.. Вполне вероятно, что уже в скором времени следует ожидать более тяжелых ледовых условий на трассах СМП и СЗП, а лед может появиться даже в Баренцевом море в районе планируемых разработок нефтегазовых месторождений. Таким образом, безледокольное плавание в обозримом будущем не предвидится, особенно в транзите, потому, что скоростной потенциал судов можно реализовать только в мелкобитых льдах, которые образуются после прохождения ледокола.

Еще раз обратим внимание на взаимосвязь ледовых условий в приполюсном районе и арктических морях: если тяжелые ледовые условия на трассах СМП в арктических морях, то обычно они бывают легкими на направлении трансарктического транзита и наоборот. В период 1945-1996 гг. по данным ААНИИ (визуальные авиаразведки и спутниковые снимки) благоприятные условия плавания в Арктическом бассейне наблюдались в 1947, 1951, 1954-1957, 1962, 1965, 1969, 1972, 1976, 1978, 1981, 1983, 1986, 1988, 1991, 1994 и 1996 годах. Таким образом, из 52-летнего ряда наблюдений в 19 случаях (37 %) использование высокоширотного варианта плавания было возможно.

Летом большие пространства чистой воды закономерны для прибрежного варианта, а зимой они существуют на границе обширных зон припая и массивов дрейфующего льда в высоких широтах. Имеется также дополнительная возможность использования заранее проложенных каналов в припайных зонах в районе архипелагов и проливов. В 1985 году т/х «Кола» и а/л «Сибирь» следуя на Певек в середине июня прошли пролив Вилькицкого по заранее проложенному в припае каналу со скоростью 12 узлов. Таким образом, мы видим, что имеется многовариантная возможность выбора пути плавания в Арктике, а это в свою очередь способствует обеспечению стабильности движения судов в транзитном варианте плавания и может служить основанием для создания транспортного коридора.

По самым скромным подсчетам объем возможных транзитных перевозок по СМП в среднесрочной перспективе может составить 8 – 15 млн. тонн в год. Для этого, считают специалисты, достаточно переключить на Северный морской путь всего лишь 10% грузоперевозок между Северной, Северо-Западной Европой и Юго-Восточной Азией, осуществляемых сейчас через Суэцкий канал, и грузоперевозки между побережьем Канады и США из Северо-Западной Европы через Панамский канал.

Свою заинтересованность в участии создания нового рынка транзитных перевозок по СМП и в трансарктическом транзите Соединенные Штаты выразили еще в 1987 году в виде предложений о сотрудничестве с ММФ СССР, разработанными Администрациями портов Такома и Датч Харбор. Этот документ представлял собой работу по анализу грузоперевозок между портами Европейского и Азиатско-Тихоокеанского регионами. В преамбуле этой работы были приведены данные высокоширотного экспериментального рейса а/л «Арктика» и д/э «Кап. Мышевский», который был выполнен в мае 1978 года, а в заключении было предложено организовать совместную линию, в которой со стороны Советского Союза будет задействован ледокольный и ледокольно-транспортный флот, а западные компании берут на себя букирование и экспедирование грузов.

В настоящее время США инициируют организацию приполносных транзитных рейсов без участия России. Материалы, изложенные в Главе 9, подтверждают возможность осуществления этих рейсов при определенных условиях. Рассматривая эти условия следует обратить внимание на то, что границы суверенных владений арктических государств сходятся в одной точке и судам в избирательном ледовом плавании будет невозможно держаться только в секторе своего флага. Выше, при рассмотрении трансарктического транзита мы пришли к выводу, что эти трассы являются альтернативным вариантом трасс СМП, а по ледовым условиям они часто бывают аппозитивны. Это означает, что в транзитном плавании не

избежать использования трасс Северного морского пути, а значит, придется учитывать правовой режим этих трасс и работать с организационной системой, которая обеспечивает их функционирование. Однако и организационная система должна быть в состоянии оказывать такого рода услуги. Логика подсказывает, что инфраструктура управлением трансарктическими перевозками может быть международной.

При рассмотрении влияния ориентации разрывов на скорость движения судна было отмечено, что точность расчета с использованием индекса разрыва в основном зависит от качества спутниковой информации. Для окончательного выбора оптимального пути требуется значительно большее количество информации о характеристиках ледяного покрова, многие из которых не поддаются уверенной идентификации современными средствами дистанционного зондирования, поэтому существует потребность в верификации этой информации по данным судовых наблюдений.

Таким инструментом в условиях короткого полярного дня, метелей и туманов мог бы быть специально сконструированный для этих целей радар. При качественной обратной связи с центром, осуществляющим проводку судна во льдах, некоторые процессы, определяющие выбор оптимального пути могут быть даже автоматизированы.