

И.О. Думанская

# ЛЕДОВЫЕ УСЛОВИЯ МОРЕЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ



Контакты автора издания: Думанской Ирины Олеговны

тел. 8-499-252-39-09

e-mail: [dumansk@rambler.ru](mailto:dumansk@rambler.ru)    [sea-ice@mecom.ru](mailto:sea-ice@mecom.ru)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ  
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»  
(ФГБУ «Гидрометцентр России»)

И.О. Думанская

# **ЛЕДОВЫЕ УСЛОВИЯ МОРЕЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

Москва  
2014

УДК 551.465

ББК 26.221

Д 83

*Научный редактор:*

канд. геогр. наук Ю.Н. Синюрин

*Рецензент:*

доктор географических наук *Е.С. Нестеров*

Д 83      **Думанская И.О. Ледовые условия морей европейской части России.** – М.;  
Обнинск: ИГ–СОЦИН, 2014. – 608 с.

**ISBN 978-5-91070-064-6**

Основной целью создания научно-справочного пособия являлось выявление климатических изменений, происшедших на границе XX и XXI веков. В пособии на основании результатов, полученных в процессе обработки данных многолетнего архива ледовой информации, сделаны количественные выводы об изменениях в ледовой обстановке морей европейской части России за последние 30 лет, а также за 12-летний период XXI века, по сравнению с XX веком. Для каждого моря описаны факторы, обуславливающие состояние ледяного покрова. Выполнена типизация зим по степени суровости и построены наборы ежемесячных карт ледовой обстановки для мягкой, умеренной, суровой и самой суровой зим по каждому морю. Приводятся таблицы статистических характеристик для ледовых фаз и толщин припайного льда за полные ряды наблюдений на морских гидрометеорологических станциях, а также за последние 30 лет. Большое внимание уделено влиянию ледовых процессов на судоходство и добычу углеводородов. В рамках работы над книгой созданы таблицы и наглядные графики ледовой обстановки на основных судоходных трассах европейской части России.

Результаты исследований могут быть использованы для построения сценариев возможных климатических изменений в европейской части России и будущих научных обобщений. Книга полезна студентам вузов, специалистам, обеспечивающим зимние навигации в морях европейской части России, капитанам судов и представителям судоходных компаний, занимающимся планированием морских операций в ледовый период.

УДК 551.465

ББК 26.221

**ISBN 978-5-91070-064-6**

© ФГБУ «Гидрометцентр России», 2014



*Памяти полярника,  
замечательного гидрометеоролога,  
талантливого наставника  
Юрия Никифоровича Синюрина*

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Льды, ежегодно образующиеся на морях европейской части России, представляют значительное препятствие для судоходства. Недооценка ледовых условий при осуществлении мореплавания в этих морях в ледовый период может иметь серьезные последствия, связанные с экономическими потерями при вынужденных простоях караванов и механическими повреждениями судов. Кроме того, учет ледовых условий крайне важен при осуществлении деятельности по добыче углеводородного сырья в районах континентального шельфа российских морей.

Современная технология гидрометеорологического обслуживания мореплавания в ледовый период основана на реализации комплексного подхода, включающего использование климатических представлений, анализа спутниковой и авиационной ледовой информации, данных станций и результатов модельных расчетов.

В настоящем издании представлены результаты исследований изменчивости характеристик ледяного покрова юго-западной части Карского моря (включая Обь-Енисейский регион), Баренцева, Белого, Балтийского, Каспийского, Азовского и Черного морей. Поскольку Баренцево, Балтийское, Каспийское, Азовское и Черное моря омывают не только берега России, в целях воспроизведения целостной пространственной картины, отражающей развитие ледовых процессов на акваториях этих морей, в настоящее исследование включены данные наблюдений, выполненных национальными гидрометслужбами Норвегии, Финляндии, Швеции, Эстонии, Латвии, Литвы, Украины, Казахстана, Азербайджана, Туркменистана. При размещении информации о ледовых условиях в районах гидрометстанций, портов и судоходных трасс этих государств в тексте имеются соответствующие уточнения.

Пособие обладает свойствами атласа, поскольку включает обширный картографический материал. Кроме того, в нем содержится большое число таблиц, содержащих количественные характеристики различных ледовых явлений, происходящих на европейских морях России.

Данные о ледовом режиме морей европейской части России в значительной мере обновлены. Для всех морей строго выдержана единая форма

представления информации. Каждый раздел, посвященный ледовому режиму одного моря, содержит восемь подразделов.

В подразделе **«Общие сведения о гидрометеорологическом режиме моря»** представлена информация о географическом положении и границах моря, о районировании моря (при этом дана детальная карта расположения основных природных объектов и населенных пунктов), о ветровом режиме, температуре воздуха, температуре воды, солености воды, течениях (дана схема поверхностных течений), уровне моря, волнении. Данные, приведенные в подразделе, получены на основе использования литературных источников.

Подраздел **«Факторы, обуславливающие состояние ледяного покрова»** включает анализ особенностей влияния метеорологических и гидрологических явлений, описанных в предыдущем подразделе, на ледовые условия моря. В подразделе приведена информация о заприпайных полыньях, образующихся в результате действия устойчивого по направлению ветра. Наличие полыней крайне важно для судоходства в ледовый период, поскольку они являются зонами наиболее легких ледовых условий и предпочтительны для плавания судов при достаточных (для данного типа судна) глубинах в районах их развития.

В подразделе **«Типизация зим по степени суровости»** в рамках подготовки пособия осуществлен расчет интервалов критериев суровости зим по суммам градусодней мороза (СГДМ). Определены критерии для мягкой, умеренной и суровой зим. К умеренным зимам отнесены такие зимы, для которых СГДМ попадает в интервал от значения, соответствующего «среднее плюс 20 % амплитуды» до значения «среднее минус 20 % амплитуды». При этом, как наименее характерные, исключены две крайние аномальные зимы – самая холодная и самая теплая. Расчет осуществлен по данным репрезентативных гидрометстанций (ГМС) за 100-летний период с 1901 по 2000 год для Белого (ГМС Архангельск), Балтийского (ГМС Санкт-Петербург), Азовского (ГМС Ростов-на-Дону), Черного (ГМС Одесса, Украина) Каспийского морей (ГМС Астрахань). В Баренцевом и Карском морях регулярные наблюдения на станциях начались позже 1901 года. Для них СГДМ посчитаны за периоды с момента начала регулярных наблюдений за температурой воздуха по 2000 год. По региону Баренцева моря это сделано для ГМС Баренцбург (по ряду с 1912 по 2000 год) и для ГМС Нарьян-Мар (по ряду с 1927 по 2000 год), по юго-западной части Карского моря – для ГМС Амдерма (с 1939 по 2000 год) и для ГМС Диксон (с 1921 по 2000 год). В каждом море определены самая теплая и самая холодная за период наблюдений зимы.

Одной из основных целей написания пособия являлось выявление климатических изменений, происшедших на границе XX и XXI веков. Для количественной оценки этих изменений ряд материалов представлен в виде сравнительных данных. Так, в подразделе «Типизация зим по степени суровости» для каждого моря выявлено количество (в процентном отношении) суровых, умеренных и мягких зим в XX и XXI вв.

Значительную часть раздела занимают карты ледовой обстановки в мягкую, умеренную и суровую зимы. Карты построены для всех месяцев ледового сезона, данные, приведенные на них, соответствуют середине месяца. При наличии исходного материала представлены также карты ледовой обстановки за отдельные месяцы для самых суровых (за весь период ледовых наблюдений) зим. Конкретные ледовые сезоны при построении типовых карт выбраны по характерным (близким к средним значениям в интервалах критериев суровости) суммам градусодней мороза. Такими оказались следующие ледовые сезоны:

– для юго-западной части Карского моря: 1994/1995 гг. (мягкая зима), 1989/1990 гг. (умеренная зима), 1978/1979 гг. (суровая зима), 1968/1969 гг. (самая суровая зима);

– для Баренцева моря: 2007/2008 гг. (мягкая зима), 2010/2011 гг. (умеренная зима), 1978/1979 гг. и 1965/1966 гг. (суровые зимы); 1968/1969 гг. (самая суровая зима);

– для Белого моря: 1974/1975 гг. (мягкая зима), 1981/1982 гг. (умеренная зима), 1968/1969 гг. (суровая зима), 1965/1966 гг. (самая суровая зима);

– для Балтийского моря: 2008/2009 гг. (мягкая зима), 1993/1994 гг. (умеренная зима), 1984/1985 гг. (суровая зима), 1941/1942 гг. (самая суровая зима);

– для Азовского моря: 1999/2000 гг. (мягкая зима), 1987/1988 гг. (умеренная зима), 1968/1969 гг. (суровая зима), 1953/1954 гг. (самая суровая зима);

– для Черного моря: 2008/2009 гг. (мягкая зима), 2009/2010 гг. (умеренная зима), 1963/1964 гг. (суровая зима), 1953/1954 гг. (самая суровая зима);

– для Северного Каспия: 1980/1981 гг. (мягкая зима), 2007/2008 гг. (умеренная зима), 1971/1972 гг. (суровая зима), 1953/1954 гг. (самая суровая зима).

Для каждого типа зимы приводятся таблицы, в которых представлена информация для всех месяцев ледового сезона о преобладающих характеристиках ледовой обстановки (толщина припайного льда, возрастные характеристики и сплоченность дрейфующего льда) на основных судоходных трассах в морях ЕТР:

– пролив Карские Ворота – Енисейский залив (юго-западная часть Карского моря);

– м. Канин Нос – пролив Карские Ворота (Баренцево море);

– Архангельск – Воронка Белого моря (Белое море);

– Кандалакша – Воронка Белого моря (Белое море);

– Санкт-Петербург – устье Финского залива (Балтийское море);

– Таганрог – Керченский пролив (Азовское море);

– Николаев – Очаков – Одесса (Черное море, Украина);

– порт Оля – порт Махачкала (Каспийское море).

В подразделе «Ледообразование» проанализированы особенности появления льда в море, приведены таблицы дат наступления ледовых фаз (первого и устойчивого появления льда; полного замерзания моря в районе станции,

т.е. момента, когда наблюдатель видит припайный лед до горизонта; исчезновения припая; окончательного очищения моря ото льда) по данным гидрометеорологических станций. Статистический анализ осуществлен за полный ряд наблюдений и за 30 последних лет (до 2012 г. включительно). Такой же подход, позволяющий выявить тенденции климатических изменений ледового режима моря, используется далее и в других подразделах пособия.

В подразделе «**Нарастание и распространение льда**» описан процесс увеличения от месяца к месяцу ледовитости моря, а также нарастания толщины льда. При этом особый упор сделан на период максимального развития льда. Для наглядности помещены снимки с ИСЗ TERRA (MODIS) и AQUA (MODIS).

В таблице толщины припайного льда и ледовитости моря статистический анализ выполнен как для всего периода наблюдений, так и для последних 30 лет. Обращено внимание на степень торосистости льда и характеристику режима сжатий, возникающих в дрейфующем льду.

В данном подразделе приведены карты границ распространения льда (среднего, наибольшего и наименьшего) на середину каждого месяца ледового сезона. Эти карты (так же как и карты изохрон появления льда из подраздела «Ледообразование» и карты изохрон очищения моря из раздела «Очищение моря ото льда») построены по материалам ледовых авиаразведок за период с 1950 по 1990 г., материалам дешифрирования снимков ледовой обстановки с ИСЗ за период с 1990 г. до настоящего времени, информации гидрометстанций. При этом использованы многолетние данные о ежемесячной ледовитости морей. Они позволили проверить среднее положение кромок на соответствие значениям средней ледовитости моря, а также точно зафиксировать:

- годы раннего и позднего появления льда в открытой части моря;
- годы наибольшего и наименьшего распространения льда в море.

Повторяемость наличия льда в различных районах исследуемых морей представлена двумя наборами карт. Один из них создан для второй половины XX века по данным ледовых авиаразведок (период обобщения – 1950–1990 гг.), другой – для 12 лет XXI века (2001–2012 гг.) по данным оцифровки ледовых карт, полученных путем дешифрирования снимков с ИСЗ, в формате международного обмена данными SIGRID-3.

В подразделе «**Очищение моря ото льда**» проанализированы особенности таяния и разрушения льда. Приведена карта изохрон средних сроков очищения моря ото льда и снимок с ИСЗ, наглядно показывающий состояние ледяного покрова в период очищения моря ото льда.

С целью минимизации неточностей для схем изохрон наступления ледовых фаз карт положения кромок льда и карт повторяемости наличия льда был осуществлен их сравнительный анализ, а также критический анализ на соответствие с информацией, содержащейся в литературных источниках.



Подраздел «**Влияние ледовых процессов на судоходство и добычу углеводородов**» включает схемы основных традиционных курсов плавания судов в море и расположения крупнейших месторождений углеводородов в шельфовой зоне. Кроме того, для судоходных трасс, перечисленных выше (в комментарии к подразделу «Типизация зим по степени суровости»), построены наглядные графики типичных ледовых условий в мягкую, умеренную, суровую и самую суровую зимы, а также в табличном виде представлены данные о протяженности участков трассы, занятых льдом с различными характеристиками.

Значительное внимание в подразделе уделяется не только морским транспортным перевозкам, но и тесно связанному с ними (в Карском, Баренцевом, Каспийском морях) освоению месторождений углеводородов. Для каждого моря сделан анализ нефтегазоносных регионов и оценена опасность ледяных образований для буровых платформ. Приведено подробное описание характеристик торосистых образований, выполненное на основе обобщения данных научных литературных источников. Для Карского и Баренцева морей приведена информация о повторяемости появления айсбергов.

Подраздел «**Ледовые условия в портах**» содержит информацию о расположении основных портов моря и их гидротехническом оснащении. Ледовые условия в порту представлены как для полного периода ледовых наблюдений в данном районе, так и для последнего 30-летнего периода. Сделаны выводы о современных тенденциях изменения климатических показателей в районе расположения портов.

Поскольку целью настоящей работы является освещение климатических событий, происшедших на рубеже XX и XXI вв., в заключительной части настоящей работы – «**Результаты исследования изменений ледовых условий морей ЕТР на рубеже XX–XXI веков**» – содержится подробный анализ количественных изменений параметров ледового режима семи европейских морей.

За помощь в работе по поддержанию ледового архива ФГБУ «Гидрометцентр России», данные которого легли в основу настоящего исследования, автор благодарит сотрудников ледовой лаборатории А.М. Котилевскую, А.Ф. Федоренко, Л.А. Романову, М.И. Агапову, Н.Е. Чуракову; за консультации и полезные советы – д.г.н. Е.С. Нестерова, Л.Н. Бакину (ФГБУ «Гидрометцентр России»); к.г.н. А.В. Юлина, к.г.н. В.П. Карклина (ФГБУ «ААНИИ»); за консультации по ряду современных проблем судоходства – Ю.М. Бацких (ФГУП «Росморпорт»); за предоставление данных по отдельным морям в формате международного обмена данными SIGRID-3 – В.М. Смоляницкого (ФГБУ «ААНИИ»), за консультации по использованию снимков ИСЗ – к.г.н. В.А. Кровотынцева и И.С. Тренину (ФГБУ «НИЦ «Планета»).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	3
Условные обозначения .....	8
<b>Глава 1. Ледовые условия в юго-западной части Карского моря и Обь-Енисейском районе.....</b>	<b>11</b>
1.1. Общие сведения о гидрометеорологическом режиме юго-западной части Карского моря .....	11
1.2. Факторы, обуславливающие состояние ледяного покрова юго-западной части Карского моря .....	17
1.3. Типизация зим по степени суровости в юго-западной части Карского моря .....	20
1.4. Ледообразование в юго-западной части Карского моря .....	54
1.5. Нарастание и распространение льда в юго-западной части Карского моря .....	61
1.6. Очищение ото льда юго-западной части Карского моря .....	94
1.7. Влияние ледовых процессов на судоходство и добычу углеводородов в юго-западной части Карского моря .....	100
1.8. Ледовые условия в портах юго-западной части Карского моря .....	114
<b>Глава 2. Ледовые условия в Баренцевом море .....</b>	<b>116</b>
2.1. Общие сведения о гидрометеорологическом режиме Баренцева моря .....	116
2.2. Факторы, обуславливающие состояние ледяного покрова Баренцева моря .....	125
2.3. Типизация зим по степени суровости в Баренцевом море .....	126
2.4. Ледообразование в Баренцевом море .....	169
2.5. Нарастание и распространение льда в Баренцевом море .....	176
2.6. Очищение ото льда Баренцева моря .....	200
2.7. Влияние ледовых процессов на судоходство и добычу углеводородов в Баренцевом море .....	204
2.8. Ледовые условия в портах Баренцева моря .....	213
<b>Глава 3. Ледовые условия в Белом море .....</b>	<b>215</b>
3.1. Общие сведения о гидрометеорологическом режиме Белого моря .....	215
3.2. Факторы, обуславливающие состояние ледяного покрова Белого моря .....	222
3.3. Типизация зим по степени суровости в Белом море .....	224
3.4. Ледообразование в Белом море .....	249
3.5. Нарастание и распространение льда в Белом море .....	258
3.6. Очищение ото льда Белого моря .....	287
3.7. Влияние ледовых процессов на судоходство в Белом море .....	290
3.8. Ледовые условия в портах Белого моря .....	308
<b>Глава 4. Ледовые условия в Балтийском море .....</b>	<b>313</b>
4.1. Общие сведения о гидрометеорологическом режиме Балтийского моря .....	313
4.2. Факторы, обуславливающие состояние ледяного покрова Балтийского моря .....	323

4.3. Типизация зим по степени суровости в Балтийском море .....	324
4.4. Ледообразование в Балтийском море .....	349
4.5. Нарастание и распространение льда в Балтийском море .....	357
4.6. Очищение Балтийского моря ото льда .....	376
4.7. Влияние ледовых процессов на судоходство в Балтийском море .....	379
4.8. Ледовые условия в портах Финского залива .....	388
<b>Глава 5. Ледовые условия в Азовском море .....</b>	<b>394</b>
5.1. Общие сведения о гидрометеорологическом режиме Азовского моря .....	394
5.2. Факторы, обуславливающие состояние ледяного покрова Азовского моря .....	402
5.3. Типизация зим по степени суровости в Азовском море .....	403
5.4. Ледообразование в Азовском море .....	417
5.5. Нарастание и распространение льда в Азовском море .....	424
5.6. Очищение ото льда Азовского моря .....	447
5.7. Влияние ледовых процессов на судоходство в Азовском море .....	448
5.8. Ледовые условия в портах Азовского моря .....	455
<b>Глава 6. Ледовые условия в Черном море .....</b>	<b>463</b>
6.1. Общие сведения о гидрометеорологическом режиме Черного моря .....	463
6.2. Факторы, обуславливающие состояние ледяного покрова Черного моря .....	467
6.3. Типизация зим по степени суровости в Черном море .....	468
6.4. Ледообразование в Черном море .....	477
6.5. Нарастание и распространение льда в Черном море .....	482
6.6. Очищение ото льда Черного моря .....	489
6.7. Влияние ледовых процессов на судоходство в Черном море .....	490
6.8. Ледовые условия в портах Черного моря .....	495
<b>Глава 7. Ледовые условия в Каспийском море .....</b>	<b>499</b>
7.1. Общие сведения о гидрометеорологическом режиме Каспийского моря .....	499
7.2. Факторы, обуславливающие состояние ледяного покрова Каспийского моря .....	509
7.3. Типизация зим по степени суровости на Северном Каспии .....	510
7.4. Ледообразование в Каспийском море .....	525
7.5. Нарастание и распространение льда в Каспийском море .....	531
7.6. Очищение ото льда Каспийского моря .....	547
7.7. Влияние ледяного покрова на судоходство и добычу углеводородов в Каспийском море .....	550
7.8. Ледовые условия в портах Каспийского моря и на Астраханском рейде .....	561
<b>Глава 8. Результаты исследования изменений ледовых условий морей ЕТР на рубеже XX и XXI веков .....</b>	<b>566</b>
8.1. Климатическая достоверность результатов исследования .....	566
8.2. Соответствие современных изменений климата палеоклиматическим представлениям .....	571
8.3. Количественная оценка изменений ледовых условий на морях ЕТР .....	587
<b>Список литературы .....</b>	<b>601</b>

---

**I.O. Dumanskaya**  
**Ice conditions of the seas of the European part of Russia**

A main objective of the scientific handbook development was identification of the climatic changes which have happened on the boundary of XX and XXI centuries. The factors defining a condition of an ice cover are described for all seas. Typification of winters on degree of severity is executed and sets of monthly cards of an ice situation are constructed. Tables of statistical characteristics for ice phases and thickness of ice are provided. Much attention is paid to the influence of the ice processes on navigation and production of hydrocarbons. Tables and diagrams characterizing an ice situation on the main navigable routes of the European part of Russia are created. Results of research can be used for elaboration of scenarios of the possible climat changes in the European part of Russia. The book is useful to students of institutes, the experts providing winter navigation, captains of ships and representatives of shipping companies.

**И.О. Думанская**

**ЛЕДОВЫЕ УСЛОВИЯ МОРЕЙ  
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

---

Издатель: «Исследовательская группа “Социальные науки”»  
СР 1044004204683 от 07.05.2004 г.  
249031, г. Обнинск, а/я 1023,  
тел. 8(906) 640-95-05, e-mail: ig\_socin@mail.ru

Корректор Н.А. Иванова.  
Компьютерная верстка: Е.С. Олейникова.  
Технический и выпускающий редактор В.Г. Колесников.

Подписано в печать 22.04.2014. Формат 70×100/16.  
Усл. п. л. 38,0. Тираж 250 экз. Заказ № 84.

Отпечатано: ООО «Информполиграф»,  
111123, Москва, ул. Плеханова, 3а.