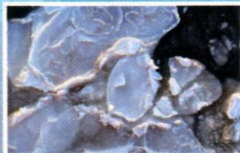


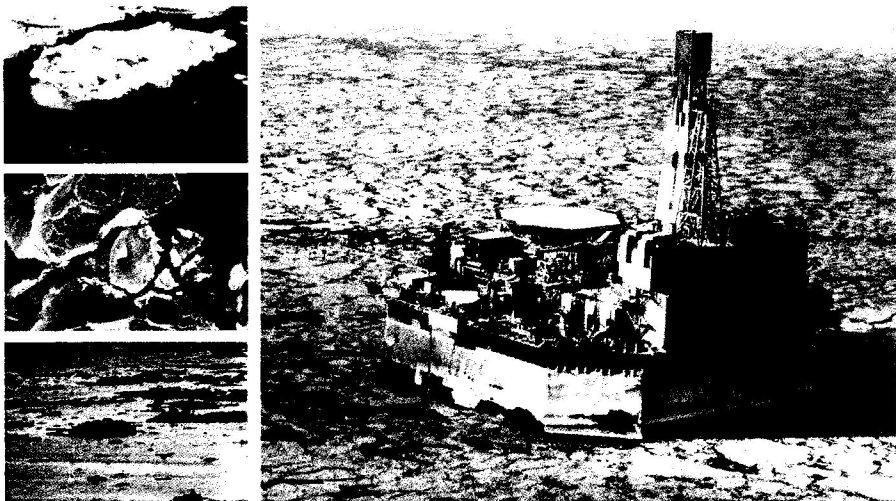
ДИНАМИКА ДРЕЙФА ЛЬДА НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ ШЕЛЬФЕ ОСТРОВА САХАЛИН ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИОЛОКАЦИОННЫМИ СТАНЦИЯМИ

Г.В. Шевченко • В.С. Тамбовский



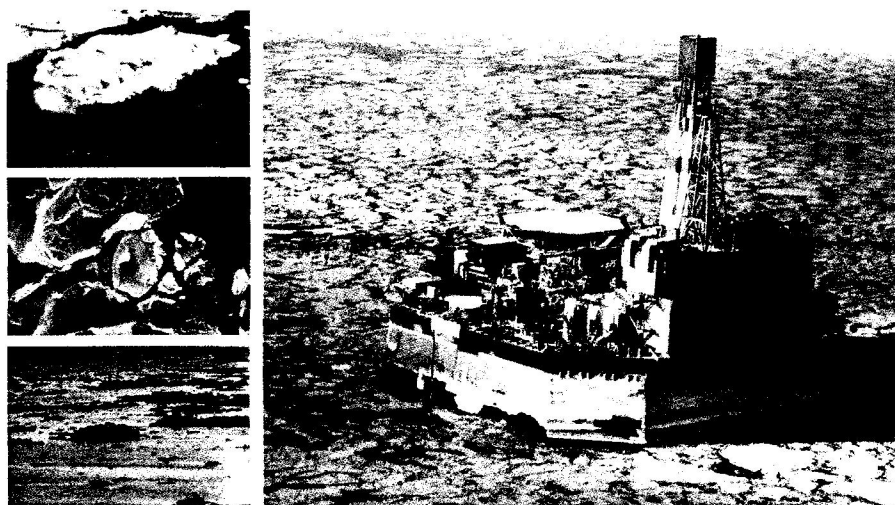
G.V. Shevchenko • V.S. Tambovsky

**THE ICE DRIFT DYNAMICS
ON THE NORTHEASTERN
SAKHALIN SHELF
FROM THE MEASUREMENTS
BY RADAR STATIONS**



Г.В. Шевченко • В.С. Тамбовский

**ДИНАМИКА ДРЕЙФА ЛЬДА
НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ ШЕЛЬФЕ
ОСТРОВА САХАЛИН
ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ
РАДИОЛОКАЦИОННЫМИ
СТАНЦИЯМИ**



Южно-Сахалинск
2018



Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 18-15-00014,
не подлежит продаже

УДК 551.467

Шевченко Г.В., Тамбовский В.С. Динамика дрейфа льда на северо-восточном шельфе острова Сахалин по данным измерений радиолокационными станциями / РФФИ; ИМГиГ ДВО РАН. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2018. – 136 с.

ISBN 978-5-6040621-2-8

DOI: 10.30730/978-5-6040621-2-8.2018-2

Нагрузки на буровые платформы, трубопроводы и иные объекты инфраструктуры нефтегазового комплекса на северо-восточном шельфе о. Сахалин, обусловленные быстро движущимися опасными ледяными образованиями – несаями и ледяными полями, являются одной из наиболее серьезных угроз для их безопасной эксплуатации. В данной работе проанализированы уникальные материалы наблюдений за дрейфом льда, выполненных с береговых радиолокационных станций, а также при помощи судового лоатора буровой платформы «Моликпак». Получены характеристики приливного и ветрового дрейфа, рассчитаны матрицы ветровых коэффициентов. Это позволяет прогнозировать движение ледяных образований в оперативном режиме. Методом композиции распределений приливной и непериодической составляющей рассчитаны экстремальные скорости дрейфа редкой повторяемости, превышающие в изучаемом районе 2 м/с. Проанализированы материалы обследования ледяных образований методом вертолетных десантов (1983–1993), построены распределения линейных размеров, толщины и веса ледяных образований. С учетом оценок скоростей дрейфа рассчитаны экстремальные нагрузки (импульсы) редкой повторяемости. Исследована неравномерность приливного и ветрового дрейфа в пределах зоны обзора лоатора и рассчитаны параметры деформаций ледяного покрова. Изучено специфическое явление, наблюдаемое на северо-восточном шельфе о. Сахалин, – повторный вынос тяжелых льдов из Сахалинского залива в начале июня, после того, как акватория уже очистилась ото льда. Полученные результаты позволяют расширить существующие представления о структуре и динамике ледяного массива в этом районе с учетом влияния пространственной изменчивости приливов, сезонной смены ветров и Восточно-Сахалинского течения. Эти результаты могут быть также полезны для других шельфовых областей Мирового океана, на которых наблюдаются интенсивные движения ледяных полей.

Книга может представлять интерес для специалистов, занимающихся проектированием и эксплуатацией объектов нефтегазового комплекса в шельфовой зоне замерзающих морей, океанологов, климатологов, экологов, студентов вузов, аспирантов и молодых специалистов.

Ключевые слова: морской лед, ледяное поле, несая, толщина льда, торос, дрейф льда, приливной дрейф, ветровой дрейф, скорость, деформация, сжатие, растяжение, истирание, береговая радиолокационная станция.

Печатается по решению Ученого совета

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Института морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Россия, 693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, д. 1Б; e-mail: nauka@imgg.ru

© Шевченко Г.В., Тамбовский В.С., 2018

© ИМГиГ ДВО РАН, 2018

UDC 551.467

Shevchenko G.V., Tambovsky V.S. The Ice Drift Dynamics on The Northeastern Sakhalin Shelf From The Measurements By Radar Stations / RFBR; IMGG FEB RAS. – Yuzhno-Sakhalinsk: IMGG FEB RAS, 2018. – 136 p.

ISBN 978-5-6040621-2-8

DOI: 10.30730/978-5-6040621-2-8.2018-2

Fast-moving ice formations such as fissures and ice fields are among the most serious threats to the safe operation of drilling platforms, pipelines and other infrastructure of the oil and gas industry on the northeastern shelf of Sakhalin Island. The present study is mainly based on unique observations of ice drift in this region obtained from coastal radar stations and from a ship locator on the “Molikpaq” drilling platform. Tidal and wind-drift ice motions have been estimated and matrices of wind coefficients calculated. These parameters can be used for real time prediction of ice formation movements. The joint probability method, which was used to account for the combined effect of tidal and wind-induced ice motions, indicates that extreme ice drift velocities on this shelf can exceed 2 m/s. Measurements from the 1983–1993 helicopter ice surveys enabled the authors to evaluate major parameters of the ice field, including its linear dimensions, thickness and weight. The probability estimates of ice drift velocities were used to calculate extreme ice loading on various platforms. The inhomogeneity of tidal and wind-induced ice drifts within the locator/radar survey areas was investigated and deformation parameters of the ice cover were determined. A specific phenomenon observed over the northeastern shelf of Sakhalin Island - the repeated emergence of heavy ice incoming to the ice-free area from Sakhalin Bay in early June – is thoroughly examined. The results of the study significantly broaden the existing conceptions of the ice structure and dynamics on the northeastern shelf of Sakhalin Island and to take into account the spatial variability of tides, seasonal wind changes and influence of the East Sakhalin Current. Results may also be useful for other shelf areas of the world oceans affected by intensive ice fields.

The book may be of interest to specialists involved in the design and operation of oil and gas shelf facilities in freezing seas, as well as to oceanographers, climatologists, ecologists, university students, post-graduates and early-career specialists.

Key words: sea ice, ice field, fissure, ice thickness, hummock, ice drift, tidal drift, wind drift, velocity, deformation, compression, stretching, abrasion, coastal radar.

The book is published according to decision of the

Scientific Council of the Institute of Marine Geology & Geophysics Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences.

Russia, 693022, Yuzhno-Sakhalinsk, Nauki str. 1 B; e-mail: nauka@imgg.ru

ISBN 978-5-6040621-2-8



The publication was implemented with the financial support
of the Russian Foundation for Fundamental Research under the project No 18-15-00014,
not to be sold

© Shevchenko G.V., Tambovsky V.S., 2018

© IMGG FEB RAS, 2018

Содержание

Предисловие редакторов	7
Введение	9
Глава 1. Ледовые условия северо-восточного шельфа о. Сахалин	11
1.1. Продолжительность ледового сезона	13
1.2. Структура ледяного массива	13
1.3. Характерные экстремальные ледовые объекты в массиве (гигантские поля, торосы, несяки, стамухи)	22
1.4. Вынос тяжелого льда на северо-восточный шельф о. Сахалин	28
1.4.1. Развитие ледовых процессов в начале зимы	29
1.4.2. Причины, вызывающие вынос северного льда осенью	30
1.4.3. Деградация ледяного покрова на северо-восточном шельфе о. Сахалин в весенний период	30
1.4.4. Вынос полей взломанного припая от северной оконечности о. Сахалин на его северо-восточный шельф Сахалина	34
Глава 2. Изучение характеристик дрейфа льда по данным береговых радиолокационных станций	39
2.1. Методика наблюдений за дрейфом льда с использованием береговых радиолокационных станций	39
2.2. Динамика дрейфа льда в различных частотных диапазонах	42
2.2.1. Спектральный анализ данных наблюдений	42
2.3. Оценка параметров приливного дрейфа	46
2.3.1. Гармонический анализ	46
2.3.2. Влияние суточных шельфовых волн на дрейф льда	49
2.3.3. Расчет характеристик суточных шельфовых волн на различных участках акватории северо-восточного шельфа о. Сахалин	54
2.4. Отклик дрейфа на воздействие ветра. Двумерная регрессионная модель	56
2.4.1. Характеристика метеорологических условий	56
2.4.2. Распределение непериодической компоненты дрейфа	56
2.4.3. Оценка связи между ветром и дрейфом	58
2.4.4. Двумерная регрессионная модель	59
2.4.4.1. Собственные вектора	59
2.4.4.2. Построение эллипса отклика	61
2.4.4.3. Возможные ситуации (тестовые примеры)	62
2.4.4.4. Результаты расчетов для РЛС «Одопту» и «Комрво»	65
Глава 3. Влияние сплоченности на характеристики приливного и ветрового дрейфа льда	71
3.1. Временная изменчивость приливного дрейфа	71

3.2. Влияние сплоченности льда на характер ветрового дрейфа	73
Глава 4. Деформации ледяного покрова	77
4.1. Расчет показателей деформации	77
4.2. Деформации ледяного покрова по наблюдениям на береговых РЛС	78
4.2.1. Деформации, обусловленные приливами	78
4.2.2. Деформации, обусловленные воздействием ветра	85
4.3. Деформации ледяного покрова в районе буровой платформы «Моликпак»	89
4.3.1. Особенности приливного дрейфа и приливные деформации	91
4.3.2. Ветровой дрейф и деформации, обусловленные ветром	94
Глава 5. Расчет экстремальных скоростей дрейфа льда редкой повторяемости	99
5.1. Используемые материалы и метод расчета	99
5.2. Расчет экстремальных скоростей течений на Пильгун-Астохской площади	101
5.2.1. Материалы наблюдений за течениями	102
5.2.2. Приливные течения	103
5.2.3. Распределение непериодических течений	104
5.2.4. Фактические и «синтезированные» розы суммарных течений	108
5.3. Анализ скорости дрейфа по измерениям на платформе «Моликпак»	112
5.4. Сезонная изменчивость скорости дрейфа по наблюдениям на РЛС «Одопту»	114
Глава 6. Характеристика размеров и массы ледяных образований и расчет экстремальных нагрузок на объекты нефтегазового комплекса на шельфе	117
6.1. Организация измерений	117
6.2. Толщина ледяных образований	119
6.3. Оценки размеров и веса экстремальных ледяных образований	120
6.4. Расчет возможных нагрузок на сооружения редкой повторяемости	122
6.5. Истирающее влияние льда на основания буровых платформ	123
Глава 7. Опыт оперативного прогнозирования скорости и направления дрейфа льда	125
7.1. Расчеты дрейфа льда	125
7.2. Тестирование модели дрейфа льда	127
Заключение	129
Литература	132