

*Для цитирования:* Ковалев Д.П., Ковалев П.Д. Хаотические колебания, бифуркация и синхронизация в морских динамических системах: монография. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2021. – 114 с., библиогр. 187 назв. – ISBN 978-5-6044483-2-8. – DOI: 10.30730/978-5-6044483-2-8.2021-2

## Хаотические колебания, бифуркация и синхронизация в морских динамических системах

Авторы: *Ковалев Д.П., Ковалев П.Д.*

Отв. редактор: *канд. физ.-мат. наук В.И. Иволгин*

Рецензент: *д-р геогр. наук Т.В. Белоненко*

В монографии рассматриваются результаты изучения поведения морских динамических систем, в том числе с хаотическими колебаниями. Необходимость таких исследований стимулировалась прежде всего практическими целями, в первую очередь для учета в системах швартовки судов тех последствий, к которым может привести возникновение сложной динамики. Разработанная к настоящему времени теория нелинейных динамических систем показывает, что большая волна может образоваться как комбинация меньших волн.

Исследования проведены на основе данных натуральных наблюдений в портовых бухтах и прибрежной зоне о. Сахалин с использованием математических моделей динамических систем с применением уравнений Дуффинга и Ван дер Поля. Это обеспечивает всестороннее понимание поведения динамических систем с учетом воздействия на них приходящих морских волн и позволяет выработать рекомендации по предотвращению катастрофических ситуаций.

Показано, что при сильном волнении в бухтах, в том числе совместно с приливной волной, режим волнения может переходить к хаотическому, при котором возможно образование волн большой амплитуды. Также, при качке на приходящих волнах пришвартованного судна, возможно возникновение режима «ударного генератора», при котором судно будет ударяться о демпферы с большой силой.

Рассмотрено поведение прибрежной динамической системы для покрытого льдом моря. Установлено, что при определенных условиях возможна синхронизация периодов колебаний морских льдин с периодом приходящих волн. Такой процесс может привести к росту амплитуды колебаний льда и, как следствие, к его разрушению, что представляет опасность и может служить основанием для подачи сигнала тревоги.

Для специалистов в области динамики океана и береговой инженерии, студентов и аспирантов по специальностям «океанология» и «физика атмосферы и гидросферы».

Автор для контактов: *Ковалев Дмитрий Петрович*, e-mail: [d.kovalev@imgg.ru](mailto:d.kovalev@imgg.ru)

<https://dx.doi.org/10.30730/978-5-6044483-2-8.2021-2>

[Full text RUS](#)  
[References](#)

*For citation:* Kovalev D.P., Kovalev P.D. Chaotic oscillations, bifurcation and synchronization in marine dynamical systems: monograph. – Yuzhno-Sakhalinsk: IMGG FEB RAS, 2021. – 114 p., bibliography 187. – ISBN 978-5-6044483-2-8. – DOI: 10.30730/978-5-6044483-2-8.2021-2.

## Chaotic oscillations, bifurcation and synchronization in marine dynamical systems

Authors: *Kovalev D.P., Kovalev P.D.*

Abstract

The paper discusses the results of studying the behavior of marine dynamical systems, including those with chaotic oscillations. and the need for such studies was primarily stimulated by practical goals, first of all, to take into account the

consequences in the ship mooring systems, that the emergence of complex dynamics can lead to. The theory of nonlinear dynamic systems developed to date shows that a large wave can be formed as a combination of smaller waves.

The described studies were carried out using the data from field observations in port bays and the coastal zone of Sakhalin Island and mathematical models of dynamical systems using the Duffing and Van der Pol equations. This provides a comprehensive understanding of the behavior of dynamic systems, taking into account the impact of the incoming sea waves on them and allows to develop the recommendations for the prevention of catastrophic situations.

It is shown that during the strong wind waves in the bays, also combined with tidal waves, the wave regime can change to chaotic, in which the formation of waves of large amplitude is possible. Also, when pitching of a moored vessel on the incoming waves, the "impact generator" mode may arise, when the vessel will hit the dampers with great force.

The behavior of the coastal dynamic system for an ice-covered sea is considered. It is shown that, under certain conditions, synchronization of the periods of sea ice floes oscillations with the period of incoming waves is possible. Such a process can lead to an increase in the amplitude of ice floe oscillations and, as a consequence, to its destruction, which is dangerous and can be used to signal an alarm.

For specialists in the field of ocean dynamics and coastal engineering, undergraduate and graduate students in the field of oceanology and physics of the atmosphere and hydrosphere.

Contact author: *Dmitry Kovalev*, Doctor of Physics and Mathematics (Institute of Marine Geology and Geophysics of the Far Eastern Branch of the RAS, Yuzhno-Sakhalinsk), e-mail: [d.kovalev@imgg.ru](mailto:d.kovalev@imgg.ru)