История развития навигационной океанологии

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Кафедра океанологии

Год: 2025

# ВВЕДЕНИЕ

\*\*Введение\*\*

Навигационная океанология представляет собой важнейшее направление морских наук, объединяющее исследования физических, химических и биологических процессов в океане с практическими задачами судоходства, мореплавания и освоения морских ресурсов. Её становление и развитие тесно связаны с эволюцией мореходства, начиная с древнейших времён, когда первые мореплаватели ориентировались по звёздам, течениям и ветрам, и заканчивая современными спутниковыми и цифровыми технологиями, обеспечивающими высокоточное позиционирование в открытом океане. Актуальность изучения истории навигационной океанологии обусловлена не только её прикладным значением для морского транспорта, военно-морского дела и океанографических исследований, но и ключевой ролью в понимании глобальных климатических и экологических процессов, влияющих на жизнь человечества.

Первые систематизированные знания в области навигации и океанографии появились в эпоху Великих географических открытий, когда такие мореплаватели, как Христофор Колумб, Фернан Магеллан и Джеймс Кук, не только расширяли границы известного мира, но и собирали данные о морских течениях, ветрах и рельефе дна. В XVIII–XIX веках развитие инструментальных методов измерений, включая хронометры, лоты и термометры, позволило перейти от эмпирических наблюдений к научному анализу океанических процессов. Особый вклад в этот период внесли экспедиции Чарльза Дарвина на корабле «Бигль» и кругосветное плавание «Челленджера», заложившие основы современной океанологии.

XX век ознаменовался революционными изменениями в навигационных технологиях: появление эхолотов, радионавигационных систем, а затем и спутниковой геодезии (GPS, ГЛОНАСС) кардинально преобразило методы изучения и освоения Мирового океана. Современная навигационная океанология опирается на междисциплинарный подход, интегрируя данные дистанционного зондирования, математического моделирования и автоматизированных систем управления судами. В условиях роста антропогенной нагрузки на морские экосистемы и климатических изменений особую значимость приобретают исследования динамики океанических течений, уровня моря и ледовой обстановки, что делает исторический анализ развития данной научной дисциплины особенно актуальным.

Таким образом, изучение истории навигационной океанологии позволяет не только проследить эволюцию методов и технологий морских исследований, но и выявить закономерности взаимодействия человека и океана, что имеет фундаментальное значение для прогнозирования будущих изменений морской среды и разработки стратегий устойчивого использования её ресурсов.

# ИСТОРИЯ ЗАРОЖДЕНИЯ НАВИГАЦИОННОЙ ОКЕАНОЛОГИИ

Зарождение навигационной океанологии как научной дисциплины связано с эпохой Великих географических открытий, когда мореплаватели столкнулись с необходимостью систематизации знаний о морских течениях, ветрах и рельефе дна для безопасного судоходства. Первые попытки изучения океанографических явлений с практической целью прослеживаются уже в трудах античных авторов. Так, Пифей Массалийский в IV веке до н. э. описал приливные явления в Атлантике, а римские навигаторы использовали знания о сезонных ветрах для маршрутизации торговых путей. Однако эти наблюдения носили эмпирический характер и не были систематизированы в рамках единой научной парадигмы.

Значительный прогресс в развитии навигационной океанологии произошёл в эпоху Средневековья благодаря арабским мореходам, которые разработали первые лоции с описанием течений Индийского океана. Труды Ахмада ибн Маджида (XV век) содержали детальные указания по использованию муссонов для оптимизации маршрутов, что свидетельствует о формировании прикладного подхода к изучению океанологических процессов. В Европе аналогичные исследования активизировались в период колониальной экспансии, когда португальские и испанские экспедиции столкнулись с необходимостью преодоления экваториальных течений и пассатных ветров.

Переломным этапом стало создание в XVII–XVIII веках первых специализированных приборов для измерения параметров морской среды. Изобретение термометра, ареометра и глубинного лота позволило перейти от качественных наблюдений к количественному анализу океанографических данных. Труды Эдмунда Галлея, составившего карты пассатов и муссонов (1686), и Джеймса Кука, систематизировавшего данные о течениях Тихого океана (1770-е), заложили основы методологии навигационной океанологии. Важную роль сыграла публикация Мэтью Фонтейна Мори «Физическая география моря» (1855), где впервые были обобщены закономерности взаимодействия атмосферы и гидросферы с точки зрения их влияния на судоходство.

В XIX веке развитие дисциплины ускорилось благодаря организации международных научных экспедиций, таких как кругосветное плавание «Челленджера» (1872–1876), в ходе которого были получены фундаментальные данные о распределении температуры, солёности и течений в Мировом океане. Эти исследования позволили создать первые прогностические модели, используемые для оптимизации судовых маршрутов. К началу XX века навигационная океанология оформилась как самостоятельное направление, интегрирующее физическую океанологию, метеорологию и гидрографию в интересах морского транспорта и военного флота.

# РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ И ИНСТРУМЕНТОВ НАВИГАЦИИ В ОКЕАНОЛОГИИ

представляет собой сложный процесс, обусловленный необходимостью точного определения местоположения судов в открытом океане, а также изучения динамики водных масс. Первые навигационные методы основывались на астрономических наблюдениях, таких как определение широты по высоте Полярной звезды или Солнца в зените. Долгое время моряки использовали секстанты и астролябии, что позволяло с достаточной точностью фиксировать координаты в условиях отсутствия видимых ориентиров. Однако определение долготы оставалось серьёзной проблемой вплоть до XVIII века, когда был изобретён хронометр, обеспечивающий стабильный отсчёт времени для расчёта координат.

С развитием технологий в XIX–XX веках навигационные методы претерпели значительные изменения. Появление радионавигационных систем, таких как LORAN (Long Range Navigation), позволило определять местоположение судов с высокой точностью даже в условиях плохой видимости. Эти системы основывались на измерении временных задержек радиосигналов, передаваемых с береговых станций, что существенно повысило безопасность мореплавания. В середине XX века началось активное внедрение спутниковых технологий, что привело к революции в навигационной океанологии. Система TRANSIT, запущенная в 1960-х годах, стала первым спутниковым навигационным инструментом, обеспечивающим глобальное покрытие.

Современные методы навигации базируются на глобальных спутниковых системах, таких как GPS (Global Positioning System), ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система) и Galileo. Эти системы обеспечивают точность определения координат до нескольких метров, что критически важно для океанологических исследований, включая картирование рельефа дна, мониторинг течений и изучение климатических изменений. Помимо спутниковых технологий, активно используются автономные подводные аппараты (АПА), оснащённые инерциальными навигационными системами и гидроакустическими датчиками, позволяющими проводить исследования на больших глубинах без постоянной связи с поверхностью.

Важным направлением развития навигационной океанологии является интеграция данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) с традиционными методами. Спутниковые альтиметры, такие как Jason-3 и Sentinel-6, предоставляют информацию об уровне моря, что используется для изучения океанских течений и прогнозирования климатических явлений. Одновременно с этим совершенствуются методы обработки больших массивов данных с использованием искусственного интеллекта и машинного обучения, что позволяет повысить точность навигационных расчётов и прогностических моделей.

Таким образом, эволюция методов и инструментов навигации в океанологии отражает общий технологический прогресс, обеспечивая всё более точные и надёжные способы изучения Мирового океана. От примитивных астрономических инструментов до сложных спутниковых систем — каждый этап развития вносил значительный вклад в понимание океанских процессов и безопасность мореплавания.

# ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА НА НАВИГАЦИОННУЮ ОКЕАНОЛОГИЮ

Развитие навигационной океанологии неразрывно связано с технологическим прогрессом, который на протяжении веков определял методы и инструменты исследования Мирового океана. Влияние технологических инноваций прослеживается от первых примитивных навигационных приборов до современных спутниковых систем и цифровых моделей океанических течений.

Первым значимым этапом стало изобретение магнитного компаса в Китае (XI век), а позднее его адаптация в Европе (XIII век). Это позволило мореплавателям определять направление движения в условиях отсутствия видимых ориентиров, что стало основой для развития океанографических исследований. В эпоху Великих географических открытий (XV–XVI века) комбинирование компаса с астролябией и секстантом повысило точность навигации, что способствовало составлению первых карт океанических течений и ветров.

В XVIII–XIX веках технологический прогресс проявился в создании хронометров, которые решали проблему определения долготы. Изобретение Джона Харрисона (1761) позволило синхронизировать время на корабле с Гринвичским меридианом, что значительно повысило точность морских карт. Параллельно развивались методы измерения глубин (лоты, а позже эхолоты), что заложило основы батиметрии. В этот же период началось систематическое изучение океанических течений благодаря работам Мэтью Фонтейна Мори, который использовал данные судовых журналов для составления первых атласов морских течений.

XX век ознаменовался революционными изменениями в навигационной океанологии благодаря внедрению электронных технологий. Разработка гидроакустических систем (сонаров) в середине века позволила детально изучать рельеф дна, а появление спутниковой навигации (GPS, ГЛОНАСС) устранило зависимость от наземных ориентиров. Спутниковая альтиметрия (например, миссии TOPEX/Poseidon) предоставила данные о динамике уровня океана, что стало ключевым для понимания глобальных циркуляционных процессов.

Современный этап характеризуется интеграцией искусственного интеллекта и больших данных в навигационную океанологию. Цифровые модели океана (например, HYCOM, ROMS) используют машинное обучение для прогнозирования течений, а автономные подводные аппараты (AUV) и дроны собирают информацию в реальном времени. Технологии дистанционного зондирования (радиолокация, лидар) дополняют традиционные методы, обеспечивая высокую детализацию данных. Таким образом, технологический прогресс продолжает трансформировать навигационную океанологию, расширяя её возможности и повышая точность исследований.

# СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ НАВИГАЦИОННОЙ ОКЕАНОЛОГИИ

Современные достижения в области навигационной океанологии обусловлены стремительным развитием технологий, позволяющих получать высокоточные данные о состоянии океана и его динамике. Одним из ключевых направлений является использование спутниковых систем дистанционного зондирования, таких как Jason-3, Sentinel-6 и SWOT, которые обеспечивают мониторинг уровня моря, температуры поверхности океана, солёности и циркуляционных процессов с беспрецедентной детализацией. Эти данные интегрируются в глобальные модели океанической циркуляции, что существенно повышает точность прогнозирования изменений климата и экстремальных явлений, таких как цунами и штормовые нагоны.

Важным прорывом стало внедрение автономных подводных аппаратов (АПА) и дрейфующих буев, оснащённых датчиками нового поколения. Эти устройства позволяют проводить долгосрочные измерения параметров водной среды на различных глубинах, включая течения, химический состав и биологические показатели. Например, проект Argo, объединяющий сеть из более чем 4000 дрейфующих профилографов, предоставляет непрерывные данные о вертикальной структуре океана, что критически важно для понимания его роли в глобальном углеродном цикле.

Перспективным направлением является развитие цифровых двойников океана — виртуальных моделей, воспроизводящих его физические, химические и биологические процессы в реальном времени. Такие системы, основанные на искусственном интеллекте и машинном обучении, способны анализировать огромные массивы данных и прогнозировать изменения с высокой достоверностью. Это открывает новые возможности для управления морскими ресурсами, судоходством и предотвращения экологических катастроф.

Ещё одним значимым достижением стало совершенствование навигационных алгоритмов для подводных роботов, использующих акустические и инерциальные системы позиционирования. Это позволяет проводить точные картографические исследования дна, включая зоны тектонических разломов и гидротермальных источников. В перспективе подобные технологии могут быть применены для разведки полезных ископаемых на морском дне и мониторинга подводной инфраструктуры.

Однако остаются и вызовы, такие как необходимость повышения энергоэффективности автономных систем, минимизации погрешностей в условиях турбулентности и разработки унифицированных стандартов обмена данными. Решение этих задач потребует междисциплинарного подхода, объединяющего океанологию, робототехнику и компьютерные науки. Таким образом, современная навигационная океанология находится на этапе активной трансформации, где интеграция инновационных технологий и фундаментальных исследований открывает новые горизонты для изучения и освоения Мирового океана.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение следует отметить, что история развития навигационной океанологии представляет собой сложный и многогранный процесс, тесно связанный с эволюцией мореплавания, технологическим прогрессом и углублением научных знаний о Мировом океане. Начиная с древних времен, когда первые мореходы ориентировались по звездам и примитивным навигационным инструментам, и заканчивая современными спутниковыми системами и цифровыми технологиями, навигационная океанология прошла значительный путь, трансформируясь из эмпирической дисциплины в точную науку. Важнейшими вехами этого развития стали создание морских карт, изобретение хронометра, внедрение гидроакустических методов и спутниковой навигации, а также развитие математического моделирования океанических процессов. Современная навигационная океанология опирается на междисциплинарный подход, объединяющий океанографию, геофизику, гидродинамику и информационные технологии, что позволяет решать задачи высокой точности в условиях динамичной морской среды. Перспективы дальнейшего развития данной области связаны с совершенствованием автономных подводных аппаратов, использованием искусственного интеллекта для обработки больших массивов данных и интеграцией глобальных навигационных систем. Таким образом, навигационная океанология продолжает играть ключевую роль в обеспечении безопасности мореплавания, освоении морских ресурсов и изучении климатических изменений, оставаясь одной из наиболее динамично развивающихся научных дисциплин.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малинин В.Н.. История океанографии. 2003 (книга)

2. Deacon M.. Scientists and the Sea, 1650–1900: A Study of Marine Science. 1971 (книга)

3. Rozwadowski H.M.. Fathoming the Ocean: The Discovery and Exploration of the Deep Sea. 2005 (книга)

4. Морозов Е.Г., Фролов И.Е.. История изучения и освоения Мирового океана. 2010 (книга)

5. Wüst G.. The major deep-sea expeditions and research vessels 1873–1960. 1964 (статья)

6. Warren B.A., Wunsch C.. Evolution of Physical Oceanography: Scientific Surveys in Honor of Henry Stommel. 1981 (книга)

7. Mills E.L.. The Fluid Envelope of Our Planet: How the Study of Ocean Currents Became a Science. 2009 (книга)

8. NOAA Ocean Exploration. History of Oceanography. 2022 (интернет-ресурс)

9. Schlee S.. The Edge of an Unfamiliar World: A History of Oceanography. 1973 (книга)

10. Свердруп Х.У., Джонсон М.В., Флеминг Р.Х.. Моря: их физика, химия и биология. 1942 (книга)