

УДК 004:656.61:378 DOI: 10.14451/1.255.649

Когнитивно-адаптивный комплекс моделей управления знаниями в морской образовательной экосистеме: смена концептуальной парадигмы

© 2026 **Масюк Наталья Николаевна**

Профессор, доктор экономических наук, профессор кафедры экономики и управления, главный научный сотрудник. Владивостокский государственный университет.

E-mail: masyukn@gmail.com

© 2026 **Герасимова Анастасия Александровна**

Аспирант. Владивостокский государственный университет.

E-mail: a.gerasimova.dvik@yandex.ru

Ключевые слова: когнитивно-адаптивный комплекс; управление знаниями; морское образование; морская когнитивная сетка; картирование компетенций; акваадаптивные рифы знаний; морская разведывательная структура; динамическое внедрение компетенций; буи организационного мышления; интерфейсы стыковки знаний.

Статья анализирует причины и проявления кризиса традиционных подходов к управлению знаниями в морской образовательной сфере, связанных с цифровизацией, ростом сложности и ускоренным устареванием компетенций. Предлагается авторская парадигма когнитивно-адаптивной цифровой инфраструктуры управления знаниями, интегрирующая экосистемный и компетентностный подходы и опирающаяся на синтез технологий искусственного интеллекта, семантического веба и биомиметических организационных принципов. В рамках этой парадигмы сформирован комплекс взаимосогласованных моделей, в который входят: «Морская когнитивная сетка», «Картирование текущих компетенций», «Акваадаптивные рифы знаний», «Морская разведывательная сеть (структура)», «Система динамического внедрения компетенций», «Буи организационного мышления» и «Интерфейсы стыковки знаний». Они задают каркас интегральной цифровой инфраструктуры, ориентированной не на пассивное хранение сведений, а на воспроизводство организационного интеллекта и опережающее развитие компетенций в условиях высокой операционной неопределенности. Практическая значимость работы заключается в создании методологической основы для проектирования саморазвивающихся морских образовательных экосистем, способных поддерживать устойчивость, гибкость и проактивность в контексте цифровой трансформации глобальной логистики и морской отрасли. Данный подход был апробирован в рамках сквозного кейса, показывающего его внедрение в морской образовательной организации, и продемонстрировал значительное повышение эффективности формирования устойчивых практических компетенций.

Введение

Современная конфигурация морского образования формируется на стыке нескольких долгосрочных трендов: углубляющейся цифровой трансформации судоходства, роста операционной сложности морской деятельности, ускоренного устаревания профессиональных компетенций и необходимости работать в условиях постоянной неопределенности. На этом фоне особенно заметным становится методологический износ статичных и репозитарных моделей управления знаниями, которые сохраняют информацию, но плохо поддерживают её осмысленное использование и переосмысление в динамике. Морская образовательная экосистема оказывается в ситуации системного кризиса управления знаниями, проявляющегося в рассогласовании между традиционными образовательными практиками и реальными потребностями цифрового судоходства, интеллектуальной навигации и ситуативно-зависимого принятия решений.

В таких условиях требуется переосмысление логики конструирования цифровой инфраструктуры управления знаниями: от накопления к генерации организационного интеллекта, от линейных учебных траекторий к адаптивному контуру формирования компетенций в реальном времени.

Настоящее исследование посвящено разработке и апробации когнитивно-адаптивного комплекса моделей управления знаниями в морской образовательной экосистеме, который рассматривается как ядро новой экосистемной парадигмы. В основе подхода лежит синтез экосистемного и компетентностного измерений управления знаниями с ориентацией на динамичность, самоорганизацию и интеллектуальную подконтрольность процессов трансформации знаний в компетенции.

В качестве теоретического фона рассматриваются работы по адаптивным и самоорганизующимся системам [10; 11], управлению компетенциями в реальном времени, организационной рефлексии [7] и граничным объектам, что позволяет переосмыслить классические концепции

управления знаниями в специфическом контексте морской отрасли.

На основе этой теоретической базы обосновывается необходимость перехода от локальных решений (репозитарии, фрагментарные информационные системы) к интегральной цифровой инфраструктуре, поддерживающей когнитивные процессы на уровне всей образовательной экосистемы.

Целью исследования является разработка и начальная апробация концептуально новой парадигмы управления знаниями в морском образовании, в рамках которой знания рассматриваются как динамический ресурс, циркулирующий в экосистеме, формирующий ее организационный интеллект и превращающийся в устойчивые и адаптивные компетенции. В отличие от традиционных статичных моделей, акцент делается на проектировании цифровой инфраструктуры, способной воспринимать, интерпретировать и перерабатывать слабые сигналы среды, поддерживать рефлексивное обновление учебных программ и обеспечивать согласование компетентностного профиля специалистов с быстро меняющимися регуляторными и технологическими требованиями.

Методы и методология

Методологический фундамент работы сформирован через интеграцию трех групп решений: технологических, организационно-управленческих и метафорически-концептуальных.

К первой группе отнесены инструменты искусственного интеллекта, семантические веб-технологии, графы знаний, цифровые двойники и киберфизические учебные среды, которые обеспечивают структурирование, интерпретацию и контекстуализацию морских данных и формирование организационного интеллекта образовательной организации морской сферы [3].

Ко второй группе относятся организационные принципы, вдохновленные биомимикрией: заимствование механизмов адаптации, устойчивости и самоисцеления природных экосистем для проектирования архитектуры образовательной среды и механизмов распределения ролей между участниками [1; 5].

Третья группа связана с использованием метафор (сеток, рифов, буев, стыковочных интерфейсов), позволяющих переводить сложные когнитивные процессы управления знаниями в визуально и концептуально наглядные модели.

Результаты

Предлагаемый когнитивно-адаптивный комплекс представляет собой типологию из семи взаимосвязанных концептуальных моделей, которые в совокупности образуют интегральную цифровую инфраструктуру морской образовательной экосистемы (рис. 1).

В комплекс включены:

- морские когнитивные сетки;
- картирование текущих компетенций;
- акваадаптивные рифы знаний;
- морская разведывательная структура;
- система динамического внедрения компетенций;
- буи организационного мышления;
- интерфейсы стыковки знаний.

Рассмотрим более подробно каждый элемент, входящий в когнитивно-адаптивный комплекс управления знаниями в морской образовательной экосистеме.

1. **Морские когнитивные сетки (Maritime Cognitive Grids)** функционируют как распределённые центры управления знаниями в контексте формирования организационного интеллекта экосистемы. Они представляют собой когнитивное ядро, интегрирующее экспертов, агентов искусственного интеллекта и интеллектуальные учебные объекты (например, симуляционные комплексы, цифровые двойники судов и портов). Ключевым механизмом здесь является семантическая совместимость и динамический синтез знаний в реальном времени, что особенно критично при моделировании кризисных и аварийных ситуаций [2]. Таким образом, сетки выступают не просто технологическими платформами, а инфраструктурой, которая обеспечивает непрерывное воспроизводство и опережающее развитие коллективного интеллекта морской образовательной экосистемы.
2. **Картирование текущих компетенций (Current Competence Mapping)** реализуется в форме интеллектуальной системы визуализации и аналитики, отслеживающей состояние, динамику и пробелы компетенций по отношению к регуляторным требованиям и отраслевым стандартам, в том числе с использованием данных Международной морской организации (ИМО) и других профильных институтов.
3. **Морская разведывательная сеть (структура) (Maritime Intelligence Fabric)** трактуется как единое интеллектуальное пространство морских данных и знаний, обеспечивающее сетевую-центричную координацию участников, совместное формирование учебного контента и поддержку ситуационной осведомленности. Функционирование этой структуры обеспечивается через API-интеграцию, использование графов знаний, диалоговые ИИ-интерфейсы и механизмы федеративного обучения, позволяющие вузам и тренажерным центрам обмениваться моделями и кейсами, не передавая при этом чувствительные данные.
4. **Акваадаптивные рифы знаний (Aquaadaptive Knowledge Reefs)** формализуют долгосрочное накопление и сохранение неявных знаний – практических историй, профессиональных нарративов, рефлексивных заметок опытных специалистов, которые с помощью ИИ-аннотаций и семантической разметки превращаются в доступный и повторно используемый ресурс организационного опыта [4; 8].
5. **Система динамического внедрения компетенций Dynamic Competency Embedding System)** описывает переход от традиционного курсового формата к «встраиванию» компетенций непосредственно в цифровые артефакты, интерфейсы и симуляторы, что позволяет сделать саму образовательную среду активным носителем и агентом передачи компетенций. На уровне архитектуры это реализуется через использование метаданных о компетенциях, которые управляют адаптацией учебного сценария, уровнем

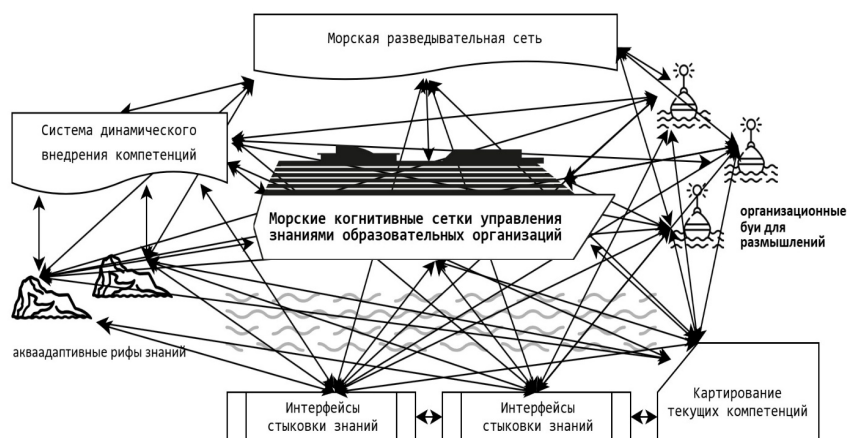


Рис. 1. Концептуальная схема когнитивно-адаптивного комплекса управления знаниями в морской образовательной экосистеме.

сложности задач и конфигурацией обратной связи в реальном времени [9].

6. Буи организационного мышления (*Organizational Thinking Buoys*) представляют собой автономные цифровые агенты, постоянно сканирующие информационное пространство экосистемы в поисках слабых сигналов, отклонений, новых тенденций и неструктурированных смыслов. Они поддерживают режим непрерывного осмысления и интерпретации информации, переводя управление знаниями из логики хранения в логику постоянного переосмысления [6].
7. Интерфейсы стыковки знаний (*Knowledge Docking Interfaces*) описывают модульные узлы взаимодействия морской образовательной экосистемы с внешними источниками знаний: научно-исследовательскими центрами, портовыми и навигационными службами, регуляторами и промышленными партнерами. Через эти интерфейсы обеспечивается юридически и технологически контролируемая интеграция данных и моделей (в том числе с использованием смарт-контрактов и формализованных протоколов обмена), благодаря чему экосистема может расширять свои границы и накапливать новые когнитивные ресурсы без потери целостности. Все семь моделей, будучи собранными в целостный когнитивно-адаптивный комплекс, ориентированы на генерацию организационно-

го интеллекта, способного к опережающему формированию компетенций и адаптации к новым рискам, технологиям и регуляторным рамкам.

Результаты исследования демонстрируют принципиальную реализуемость перехода от фрагментарных, статичных и преимущественно репозитарных систем управления знаниями к динамическим, саморазвивающимся образовательным средам, функционирующим по принципам интеллектуальных экосистем.

Формируемый на основе предложенных моделей концептуальный каркас цифровой инфраструктуры морского образования задает основу для проектирования новых поколений образовательных платформ и симуляционных комплексов, ориентированных на организационный интеллект, адаптивность и устойчивое развитие.

Практическая значимость комплекса проявляется в возможности целенаправленного повышения устойчивости и гибкости морских образовательных организаций, их способности поддерживать качество подготовки в условиях высокой турбулентности внешней среды и быстрых изменений в глобальной логистике и судоходстве.

Ниже приведён сквозной кейс «Навигация в тумане цифровой сложности» для морской образовательной организации, который иллюстрирует практическую применимость разработанного

когнитивно-адаптивного комплекса на основе аналитических данных, полученных в рамках его пилотного тестирования в морской образовательной организации – Дальневосточном институте компетенций (ДВИК). ДВИК как организация, осуществляющая подготовку и переподготовку судоводителей, судомехаников и капитанов, представляет собой типичный узел морской образовательной экосистемы, где подобный когнитивно-адаптивный комплекс может быть развёрнут поэтапно.

Кейс: «Навигация в тумане цифровой сложности» для морской образовательной организации (МОО)

Исследуемая морская образовательная организация (МОО) реализует программы подготовки и переподготовки судоводителей, судомехаников и капитанов для работы на судах, оснащённых современными навигационными и энергоустановками, включая суда, работающие в сложных гидрометеорологических и арктических акваториях.

В течение трёх лет МОО фиксировала устойчивый рост числа инцидентов в учебных симуляциях, связанных с ошибками в оценке сложных ситуаций (многосудовые расхождения, маневрирование в ограниченных условиях, принятие решений при отказах оборудования), при том, что формальные требования по объёму и структуре учебных программ полностью выполнены.

Внутренний аудит показывал, что учебные планы в целом соответствуют Конвенции ПДНВ и национальным стандартам, однако структура знаний оставалась фрагментированной: часть компетенций формально «покрыта» дисциплинами, но не интегрирована в реальные сценарии судовождения и эксплуатации судовых систем. Руководство МОО приняло решение протестировать когнитивно-адаптивный комплекс моделей как инструмент для перестройки инфраструктуры управления знаниями и компетенциями.

Тестирование проводилось в несколько этапов.

Этап 1. Морская когнитивная сетка и картирование компетенций

На первом этапе была сформирована «Морская когнитивная сетка», объединяющая следующие элементы:

- экспертные узлы (преподаватели, действующие капитаны, старшие механики и инспекторы безопасности);
- ИИ-агенты, обрабатывающие данные симуляторов, журналов ошибок, видеоаналитики и постсимуляционных разборов;
- интеллектуальные объекты – комплекс морских тренажёров (включая мостик, машинное отделение, ЭУ, GMDSS и др.), цифровые двойники типовых судов и маршрутов.

Параллельно был запущен модуль «Картирование текущих компетенций», который строит динамическую карту компетенций по трём направлениям: судовождение, судовая механика, управление судном в целом (капитан). Для каждого обучающегося и для каждой программы переподготовки система агрегировала данные:

- результаты формализованных тестов и практических зачётов;
- показатели работы в симуляторах (время на принятие решения, количество критических ошибок, нарушение процедурных требований);
- данные о прохождении отдельных модулей (например, по арктическому плаванию, управлению ресурсами мостика, управлению аварийными ситуациями).

В течение двух семестров система выявила, что:

- 68% слушателей программ переподготовки капитанов демонстрировали устойчивые затруднения в сценариях многозадачного управления ресурсами мостика при одновременном наличии нестандартных отказов оборудования;
- 54% судомехаников допускали повторяющиеся ошибки при диагностике комбинаций отказов, связанных с электронным управлением дизелей;
- у 72% судоводителей был выявлен «интервал хрупкости» при переходе от типовых учебных сценариев к сценариям с неожиданными

факторами (нестандартное поведение других судов, внезапное ухудшение видимости и др.).

Эти аналитические данные визуализировались на карте компетенций: компетенции с высоким уровнем риска подсвечивались, показывались «узкие места» программ и выявлялись зоны, где формальное освоение дисциплин не приводит к устойчивым поведенческим паттернам в сложных ситуациях.

Этап 2. Акваадаптивные рифы знаний и морская разведывательная структура.

На втором этапе формировался «Акваадаптивный риф знаний» – долгосрочный банк неявного опыта. Слушатели и преподаватели в ходе тренажёрных занятий и рефлексивных сессий формировали:

- нарративы о сложных или нестандартных ситуациях (в том числе из реального плавания);
- разборы типичных ошибочных стратегий;
- описания «практических лайфхаков» по управлению сложной ситуацией (распределение задач на мостике, взаимодействие с машинным отделением, взаимодействие с береговыми службами).

ИИ-агенты аннотировали эти истории, выделяя ключевые компетенции, контекст, типы ошибок и успешные стратегии. Полученные фрагменты «рифов» автоматически связывались с соответствующими узлами карты компетенций: при обнаружении у конкретной группы слушателей дефицита определённой компетенции система подбирала релевантные реальные истории и встраивала их в сценарии симуляций.

Одновременно создавалась «Морская разведывательная структура» – единое пространство морских данных и знаний, объединяющее:

- статистику аварийности и инцидентов (по открытым и корпоративным источникам);
- обновления регуляторных требований (в т.ч. ИМО, национальные ведомства);
- аналитические отчёты судоводных компаний и портовых служб о типичных ошибках экипажей;
- результаты внутренних оценок качества подготовки.

Эта структура использовалась для сценарного прогнозирования: к примеру, на основе внешней статистики система показала, что в ближайшие 5–7 лет ожидается рост доли судов, оснащённых гибридными энергоустановками и сложными автоматизированными системами управления, что требует смещения акцентов в подготовке судомехаников и капитанов.

Этап 3. Динамическое внедрение компетенций и «буи организационного мышления».

На основе данных карт компетенций и разведывательной структуры была запущена «Система динамического внедрения компетенций». Она работала в двух режимах:

- режим адаптивных учебных траекторий: сценарии симуляторов автоматически усложнялись или, наоборот, дополнялись промежуточными шагами, если система фиксировала, что группа не достигла устойчивого уровня по ключевым индикаторам;
- режим контекстного обогащения – к каждому сценарию подбирались реальные истории из «рифов знаний», иллюстрирующие ошибки и успешные стратегии в сходных ситуациях.

Параллельно активировались «Буи организационного мышления» – специализированные цифровые агенты, которые:

- непрерывно сканировали базы данных симуляторов и журналов обратной связи;
- выявляли слабые сигналы: неожиданные комбинации ошибок, новые паттерны поведения слушателей, «залипания» на конкретных этапах сценариев;
- формировали для методических комиссий регулярные дайджесты (например, ежемесячные «карты слабых сигналов» по программам судоводения и судовой механики).

Например, «буи» фиксировали, что в новом модуле, посвящённом управлению судном при кибругрозах, 43% слушателей капитанских программ систематически недооценивали влияние кибуринцидента на гидродинамическое поведение судна и взаимодействие с системами автоматического управления. Эти данные автоматически поднимались на повестку методического

совета, и в модуль оперативно встраивались дополнительные сценарии и разборы из «риффов знаний».

Этап 4. Интерфейсы стыковки знаний и интеграция с внешними партнёрами.

«Интерфейсы стыковки знаний» позволили МОО включить во внутреннюю экосистему внешние источники:

- данные от судоходных компаний о типичных ошибках молодых капитанов и механиков на флоте;
- материалы портовых властей и сервисных компаний по аварийным ситуациям;
- совместные кейсы с научно-исследовательскими организациями (например, по внедрению новых типов навигационных систем или автоматизации).

Через стандартизованные протоколы обмена и смарт-контракты обеспечивался контролируемый доступ к обобщённым случаям без раскрытия коммерческой и персональной информации. На основе этих данных «Морская разведывательная структура» уточняла прогнозы компетентностных разрывов, а «Система динамического внедрения компетенций» обновляла сценарии симуляторов и учебные модули.

В течение двух лет пилотной эксплуатации когнитивно-адаптивного комплекса МОО получила следующие агрегированные результаты:

- доля критических ошибок в сложных симуляционных сценариях у капитанов снизилась с 19% до 8%, при этом среднее время принятия решений сократилось на 14–16% при сохранении качества решений;
- у судоводителей доля устойчивых корректных действий в сценариях с высокой неопределённостью возросла с 52% до 78%;
- у судомехаников частота ошибок при диагностике комбинированных отказов современного электронно-управляемого дизеля снизилась почти вдвое, а время до нахождения безопасной стратегии – на 20–22%.

Кроме того, анализ данных «риффов знаний» показал, что:

- количество документированных практических историй и разборов за два года увеличилось в три раза;
- 67% слушателей отмечали, что работа с реальными нарративами и их привязка к симуляциям помогли им лучше осознавать собственные когнитивные ограничения и развивать навыки командного принятия решений.

Эти данные могут быть использованы для отчётности перед отраслевыми партнёрами и регуляторами, а также для обоснования модернизации тренажёрной базы и цифровых платформ.

Таким образом, кейс демонстрирует, как описанная в статье концепция когнитивно-адаптивного комплекса моделей управления знаниями превращается в практически применимую архитектуру, поддерживающую сквозной цикл: данные – интерпретация – адаптация учебного процесса – накопление и переиспользование опыта – повторная аналитика на уровне всей морской образовательной экосистемы, включая такие морские образовательные организации, как ДВИК.

Заключение

В заключение следует подчеркнуть, что переход к когнитивно-адаптивному управлению знаниями в морской образовательной экосистеме сопровождается целым рядом вызовов, среди которых – обеспечение семантической interoperабельности между гетерогенными системами, разработка стандартов для взаимодействия ИИ-агентов, а также преодоление культурного и институционального сопротивления изменениям. Намечаемые направления дальнейших исследований связаны с проектированием протоколов безопасности и доверия, разработкой экспериментальных пилотных площадок на базе реальных морских учебных заведений и оценкой влияния внедрения когнитивно-адаптивного комплекса на качество и устойчивость профессиональной подготовки морских специалистов.

Библиографический список

1. Биомимикрия: как природа вдохновляет инженеров на инновации / РБК. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/green/64a7d8f49a79477f7d20496d>.
2. Морская когнитивная сетка в управлении знаниями в цифровых саморазвивающихся образовательных экосистемах морской сферы / А. А. Герасимова [и др.] // Вестник академии знаний. – 2025. – 3(68). – С. 786–789.
3. Организационный интеллект в цифровых экосистемах управления знаниями образовательных организаций / А. А. Герасимова [и др.] // Вестник академии знаний. – 2024. – № 6. – С. 1102–1106. – EDN HJNWTI.
4. Alavi M., Leidner D. E. Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations And Research Issues // MIS Quarterly. – 2001. – Mar. – Vol. 25, no. 1. – P. 107–136. – ISSN 2162-9730. – DOI: [10.2307/3250961](https://doi.org/10.2307/3250961).
5. Benyus J. M. Biomimicry: Innovation inspired by nature. – HarperCollins, 2002.
6. Carlile P. R. A Pragmatic View of Knowledge and Boundaries: Boundary Objects in New Product Development // Organization Science. – 2002. – Aug. – Vol. 13, no. 4. – P. 442–455. – ISSN 1526-5455. – DOI: [10.1287/orsc.13.4.442.2953](https://doi.org/10.1287/orsc.13.4.442.2953).
7. Davenport T. H., Prusak L. Working knowledge: How organizations manage what they know. – Harvard Business School Press, 2000.
8. Helfat C. E., Peteraf M. A. The dynamic resource-based view: capability lifecycles // Strategic Management Journal. – 2003. – Sept. – Vol. 24, no. 10. – P. 997–1010. – ISSN 1097-0266. – DOI: [10.1002/smj.332](https://doi.org/10.1002/smj.332).
9. Nonaka I., Takeuchi H. The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation. – Oxford University Press, 1995.
10. Sangari M. S., Hosnavi R., Zahedi M. R. The impact of knowledge management processes on supply chain performance: An empirical study // The International Journal of Logistics Management. – 2015. – Nov. – Vol. 26, no. 3. – P. 603–626. – ISSN 0957-4093. – DOI: [10.1108/ijlm-09-2012-0100](https://doi.org/10.1108/ijlm-09-2012-0100).
11. Wiig K. M. Knowledge management foundations: Thinking about thinking – How people and organizations create, represent, and use knowledge. – Schema Press, 1993.