

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО МОДУЛЯ НАВИГАЦИИ ПО ВЕБ-ИНТЕРФЕЙСУ С ПОМОЩЬЮ КЛАВИАТУРЫ И ИГРОВОГО КОНТРОЛЛЕРА

Швецов А.Л.¹

Научный руководитель – Папикян С.С.¹

¹Университет ИТМО

shvetsovart55@gmail.com

Введение. В веб-интерфейсах облачного гейминга существенная доля сценариев выполняется без мыши: управление с клавиатуры, D-pad и аналоговых стиков геймпада, работа в PWA/TV-сценариях, а также взаимодействие с многоуровневыми оверлеями (модальные окна, дроверы, попапы, меню плеера). Стандартная браузерная навигация по Tab обеспечивает лишь линейный обход, плохо согласуется с пространственным расположением элементов и не решает задачу «ожидаемых» переходов фокуса по направлению. Зарубежная практика включает рекомендации по клавиатурной доступности (WAI-ARIA Authoring Practices), использование низкоуровневых API ввода (Gamepad API), а также экспериментальные подходы к spatial navigation на уровне спецификаций/платформы. В проекте это приводит к научно-практической проблеме: обеспечить устойчивую, предсказуемую и производительную пространственную навигацию фокуса в динамическом DOM и при наличии нескольких слоёв интерфейса, сохраняя единое поведение для разных устройств ввода.

Основная часть. В проекте предложено решение в виде внутренней библиотеки SpatialNavigator, которая реализует пространственную навигацию и управление фокусом как инфраструктурный слой UI. Ключевые принципы и компоненты решения:

- Единый движок навигации (SpatialNavigator): принимает нормализованные события направления/действия/назад и переводит их в перемещение фокуса или активацию элемента. Реализованы практичные сценарии: восстановление фокуса при потере, защита от «ложного» фокуса, поведение при скролле колёсиком (сброс текущего элемента), обработка “BACK” с возвращением в начало страницы и переустановкой фокуса по умолчанию.

- Стекло слоёв для оверлеев: каждый слой представлен SpatialNavigatorLayer, а области UI (модальное окно/дроверы/меню/попапы) подключаются через SpatialNavigatorSurface, который автоматически делает pushContext/popContext. Это обеспечивает правило: навигация работает только в активном верхнем слое, что устраняет конфликты фокуса между страницей и оверлеем.

- Модель фокусируемого элемента (FocusableItem): инкапсулирует фокус/blur/action, добавляет визуальные атрибуты (data-spatial-focus, data-pressed) и содержит платформенный fallback для iOS PWA (синтетический focusin, когда программный focus() срабатывает ненадёжно).

- Алгоритм выбора «соседа» по направлению: выбирает ближайший элемент на основе геометрии DOM-прямоугольников, учитывает ограничения направления, вводит приоритеты и фильтры переходов для режимов horizontal/vertical/all. Дополнительно учтён практический кейс fixed/sticky областей: переходы внутри одного типа контейнера обрабатываются раньше «смешанных» переходов.

- Устойчивость к динамическому интерфейсу: слой автоматически пересобирает список элементов при изменениях DOM/атрибутов и изменениях размеров, сохраняя возможность сохранить фокус на релевантном элементе.

- Нормализация ввода в SpatialNavigatorProvider: события клавиатуры (стрелки/WASD/Enter/Escape) и геймпада (D-pad, A/B, стики) приводятся к единому набору

SpatialNavigatorEvent.

Интеграция в проекте выполнена как сквозная инфраструктура: провайдер подключён в BrowserInit, а поверхности используются в ключевых оверлеях (Modal, Drawer, PlayerMenu, попапы), что обеспечивает единое поведение фокуса во всех пользовательских сценариях.

Выводы. Реализация SpatialNavigator формирует единый «контур» навигации для интерфейса облачного гейминга:

- повышает предсказуемость переходов фокуса при управлении геймпадом/клавиатурой;
- упрощает поддержку многослойных UI-состояний за счёт контекст-стека;
- повышает устойчивость к динамическим изменениям DOM и платформенным особенностям (в т.ч. PWA/iOS);
- снижает связанность продуктовых компонентов с деталями ввода, вынося логику в общий провайдер.

Список использованных источников:

1. W3C. Gamepad API [Электронный ресурс]. – 2025 – URL: <https://www.w3.org/TR/gamepad> (дата обращения – 05.02.2026).
2. W3c WAI. ARIA Authoring Practices Guide (APG) [Электронный ресурс]. – 2026 – URL: <https://www.w3.org/WAI/ARIA/apg/> (дата обращения – 05.02.2026).
3. BBC LRUD [Электронный ресурс]. – 2023 – URL: <https://github.com/bbc/lrud> (дата обращения – 05.02.2026).
4. Spatial Navigation [Электронный ресурс]. – 2022 – URL: <https://github.com/salute-developers/spatial-navigation> (дата обращения – 05.02.2026).