

ОСОБЕННОСТИ ЭРГОНОМИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АСТРОНОМИИ

Вербовская Е.М.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель: Пилиневич Л.П. – д.т.н., профессор, профессор кафедры ИПиЭ

Аннотация. Аналитически исследовано влияние эргономического обеспечения на пользовательские интерфейсы веб-приложений астрономической направленности. Установлено, что снижение когнитивной нагрузки, возникающей при визуализации сложных астрономических данных, достигается при использовании специализированных UI/UX-паттернов. Предложена методика эргономического проектирования астрономических веб-приложений с помощью адаптивных интерфейсных решений.

Ключевые слова: веб-приложение, эргономическое обеспечение, интерфейс, визуализация данных, астрономия

Введение. В последние годы наблюдается стремительный рост количества цифровых астрономических ресурсов, ориентированных как на профессиональных исследователей, так и на любителей астрономии. Обилие данных, характеризующихся большим количеством параметров (например, пространственные координаты объектов, их спектральные и фотометрические характеристики, временные ряды наблюдений) выдвигает на первый план задачу создания интуитивно понятных и эффективных пользовательских интерфейсов. Недостаточное внимание к эргономическим аспектам при разработке таких систем приводит к снижению продуктивности деятельности пользователей, быстрой утомляемости и повышению порога входа в работу с ресурсом. Это особенно актуально в условиях роста объемов открытых астрономических данных и расширения возможностей веб-технологий, обеспечивающих удаленный доступ к сложным инструментам анализа.

Анализ существующих популярных астрономических веб-приложений, таких как Stellarium Web [1], Aladin Lite [2] или Sky-Map.org [3], демонстрирует, что несмотря на развитый аналитический инструментарий, их интерфейсы зачастую страдают от перегруженности избыточным или плохо структурированным функционалом. Оценка проводилась по ряду ключевых критериев: визуальная перегруженность интерфейса, наличие эффективного ночного режима, возможности поиска и сопоставления данных между различными астрономическими каталогами, а также степень адаптации к различным устройствам. Данный подход позволил выявить типичные эргономические недостатки и сформулировать научно обоснованные рекомендации для их устранения. В рамках настоящей статьи рассматриваются ключевые особенности эргономического проектирования интерфейсов, критически важные для корректного и эффективного восприятия сложной визуальной астрономической информации.

Основная часть. Эргономическое проектирование интерфейса астрономических веб-приложений имеет существенные отличия от создания стандартных информационных систем. Специфика предметной области требует междисциплинарного подхода, объединяющего принципы проектирования пользовательских интерфейсов [4], когнитивной психологии [5] и физиологии зрения [6]. Методологически исследование опиралось на комплексный анализ интерфейсов существующих веб-приложений, а также на моделирование пользовательских действий с целью выявления когнитивной нагрузки, визуальных проблем и потенциальных ошибок при поиске объектов. Анализ пользовательских сценариев, включающих перемещение по карте небесной сферы и изучение параметров астрономических объектов, позволил выделить пять ключевых аспектов эргономического обеспечения.

Физиология зрения и эффект Пуркинае. Астрономические наблюдения, как правило, проводятся в условиях низкой освещенности, что делает сохранение адаптации зрения к низкой освещенности (процесса синтеза родопсина в сетчатке) критически важным [6].

Использование стандартных темных цветовых схем интерфейса, содержащих излучение в синем или белом спектре, нецелесообразно, так как даже слабое свечение может разрушить достигнутую адаптацию зрения к низкой освещенности. Оптимальным эргономическим решением является внедрение специализированного ночного режима. Такой режим предполагает отображение всего интерфейса в монохроматической красной цветовой гамме (длина волны излучения свыше 600 нм). Данный подход, основанный на феномене Пуркинье, позволяет пользователю безопасно чередовать работу с экраном монитора и визуальные наблюдения через оптические приборы, минимизируя пагубное воздействие на адаптацию зрения.

Когнитивное картирование и управление плотностью данных. Отображение даже ограниченного участка звездного неба может включать тысячи объектов, что создает риск визуальной перегрузки (информационного шума) [7]. Для предотвращения данного эффекта необходимо применение алгоритмов прогрессивного раскрытия информации, основанных на принципах гештальтпсихологии (законы близости и непрерывности) [5]. При минимальном масштабе отображения целесообразно показывать лишь ключевые элементы – контуры созвездий и координатную сетку. По мере увеличения масштаба интерфейс должен динамически добавлять объекты меньшей видимой звездной величины, плавно регулируя уровень детализации данных.

Эргономика поиска между различными астрономическими каталогами. Астрономическая номенклатура отличается высокой степенью гетерогенности: один и тот же объект может идентифицироваться по-разному в различных базах данных (например, Галактика Андромеды имеет обозначения M31, NGC 224 и PGC 2557). Применение стандартных поисковых алгоритмов в таких условиях зачастую приводит к увеличению числа пользовательских ошибок. Оптимальный интерфейс должен включать универсальную строку поиска с функцией предиктивного ввода. Такая строка способна в режиме реального времени анализировать введенные экваториальные координаты (в различных эпохах, например, J2000 или B1950) и распознавать идентификаторы из множества каталогов (HD, HIP, Messier), формируя для пользователя унифицированную информационную карточку объекта.

Дополнительно целесообразно внедрение механизмов интеллектуального автодополнения с учетом контекста пользовательского запроса. Это позволяет не только ускорить процесс поиска, но и снизить вероятность ошибок, связанных с неоднозначностью астрономических обозначений и различиями в форматах представления данных.

Избыточное кодирование спектральных характеристик. В астрофизике цвет звезды имеет строгую корреляцию с ее эффективной температурой (спектральные классы O, B, A, F, G, K, M) [8]. Однако использование исключительно цветового кодирования (цветовая модель RGB) снижает уровень доступности интерфейса для пользователей с нарушениями различения цветов, становится неинформативным при активации монохроматического ночного режима. Эргономичный подход требует применения избыточного кодирования: спектральный класс должен дублироваться с помощью графических маркеров различной формы, специальных символов или текстовых идентификаторов, отображаемых на всплывающих информационных панелях.

Пространственно-временная навигация. В отличие от статичных картографических систем, звездное небо представляет собой динамичную структуру. Взаимодействие с веб-приложением требует не только пространственного перемещения по небесной сфере (с компенсацией проекционных искажений), но и навигации во времени для отслеживания транзитов планет, затмений или изменения лунных фаз. Внедрение эргономичного элемента управления нелинейной временной шкалой, позволяющего интуитивно изменять ход времени (часы, солнечные сутки, сидерические годы), существенно сокращает затраты времени на выполнение рутинных навигационных задач.

Дополнительным преимуществом является использование анимационных механизмов визуализации, позволяющих наглядно отслеживать изменение положения небесных объектов во времени. Это способствует более интуитивному восприятию динамических астрономических процессов.

Заключение. Выполнен комплексный анализ специфических требований к эргономическому обеспечению веб-приложений астрономической направленности.

Рекомендации, основанные на сравнительном анализе существующих решений и моделировании пользовательских сценариев, обеспечивают высокую практическую применимость предложенных методов в условиях реальных астрономических наблюдений. Установлено, что стандартные подходы к проектированию интерфейсов не в полной мере соответствуют задачам комфортной визуализации и интерактивной работы с многомерными астрономическими данными. Предложено использование специализированных методов: монохроматического красного режима для сохранения адаптации зрения к низкой освещенности, алгоритмов прогрессивного раскрытия информации для снижения когнитивной нагрузки и предиктивного поиска по каталогам. Разработанные рекомендации способствуют созданию эффективного программного продукта, снижающего входной барьер для изучения астрономии и повышающего качество пользовательского опыта как в стационарных условиях, так и при полевых наблюдениях.

Перспективы дальнейших исследований связаны с разработкой адаптивных интеллектуальных интерфейсов, способных автоматически учитывать уровень подготовки пользователя и условия проведения наблюдений. Особый интерес представляет интеграция методов машинного обучения для персонализации отображаемых данных и оптимизации пользовательских сценариев взаимодействия. Реализация таких подходов позволит существенно повысить эффективность использования астрономических веб-приложений как в образовательной, так и в научно-исследовательской деятельности.

Список литературы

1. *Stellarium Web* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stellarium-web.org/> (дата обращения: 04.03.2026).
2. *Aladin Lite* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aladin.cds.unistra.fr/AladinLite/> (дата обращения: 04.03.2026).
3. *Sky Map.org (WikiSky)* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sky-map.org/> (дата обращения: 05.03.2026).
4. Nielsen, J. *10 Usability Heuristics for User Interface Design* / J. Nielsen. – 1995. – 12 p.
5. Koffka, K. *Principles of Gestalt Psychology* / K. Koffka. – Harcourt, Brace & World, 1935. – 576 p.
6. Lucas, R.J., Douglas, R.H., Foster, R.G. *Characterization of an ocular photopigment capable of driving pupillary constriction in mice* / R.J. Lucas, R.H. Douglas, R.G. Foster // *Nature Neuroscience*. – 2001. – Vol. 4, N 6. – Pp. 621–626.
7. Ware, C. *Information Visualization: Perception for Design* / C. Ware. – 3rd ed. – Morgan Kaufmann, 2012. – 425 p.
8. Bonnarel, F., Fernique, P., Bienaymé, O., Egret, D., Genova, F., Louys, M., Ochsenbein, F., Wenger, M., Bartlett, J. G. *The ALADIN interactive sky atlas: A reference tool for identification of astronomical sources* / F. Bonnarel, P. Fernique, O. Bienaymé, D. Egret, F. Genova, M. Louys, F. Ochsenbein, M. Wenger, J. G. Bartlett // *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*. – 2000. – Vol. 143, No 1. – Pp. 33–40.

UDC 621.3.049.77–048.24:537.2

FEATURES OF ERGONOMIC SUPPORT FOR ASTRONOMY EDUCATION WEB APPLICATIONS

Viarbouskaya Y.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Pilinevich L.P. – Dr. of Sci. (Tech.), Professor, Professor at the Department of EPE

Annotation. The impact of ergonomic support on the user interfaces of astronomy-oriented web applications is analytically investigated. It was established that the reduction of cognitive load, arising during the visualization of complex astronomical data, is achieved through the use of specialized UI/UX patterns. A methodology for the ergonomic design of astronomical web applications using adaptive interface solutions is proposed.

Keywords: web application, ergonomic support, interface, data visualization, astronomy