

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Середа И.С.

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

Научный руководитель: Нестеренков С.Н. – к.т.н., доцент, доцент кафедры ПОИТ

Аннотация. Исследование актуальных решений для проектирования и реализации децентрализованных социальных сетей. Рассмотрены различные подходы к организации сети для обработки и хранения данных пользователей. Описаны актуальные архитектуры и примеры их реализаций. Рассмотрены основные проблемы и преимущества каждого из подходов и данного типа систем. Предложены будущие тенденции развития данного направления разработок.

Ключевые слова: децентрализованные социальные сети, архитектурные решения

Введение. Децентрализованные социальные сети представляют собой сеть для распределения данных и запросов для управления ими. В то время как наиболее активно посещаемые социальные сети, такие как *Twitter* или *Instagram*, используют централизованный архитектурный подход, где используется единый сервер для управления данными пользователей, в децентрализованном варианте нет единой главной сущности, диктующей структуру данных и правила управления ими. Децентрализованные системы предоставляют больше контроля пользователям над своими данными, упрощают расширение сети при росте нагрузок и позволяют локализовать различные части сети друг от друга для повышения надежности и приватности данных пользователей. Степень децентрализации разнится от реализаций и зависит от требований к расширяемости, безопасности, надежности, скорости и пользовательскому опыту. Разработка данных систем является крайне трудоемкой задачей, где необходимо реализовать набор правил, поддерживающий распространение данных и действий пользователей, а также их синхронизацию между серверами.

В связи с этим существуют различные схемы организации данных систем, которые и будут рассмотрены в данной работе. Будут рассмотрены не только теоретические сведения работы различных подходов, но и примеры наиболее совершенных систем и их принципов организации.

Основная часть. Среди актуальных ныне способов организации децентрализованных социальных сетей можно выделить федеративную, *Peer-to-Peer (P2P)* и блокчейн архитектуры [1].

Федеративные социальные сети оперируют сетью серверов, между которыми распределены ответственности по хранению и обработке данных пользователей. Чаще всего в таких сетях пользователи могут сами создавать свои сервера в общую сеть, участвуя в обмене данными с другими серверами и предоставляя место для других пользователей. При этом каждый сервер способен работать независимо от остальной сети, предоставляя доступ лишь определенному кругу пользователей. Серьезным вопросом при разработке федеративной социальной сети является организация данных пользователей. Так как защищенность данных пользователя в федеративных системах возлагается на выбранный им сервер, недобросовестные сервера имеют возможность украсть или изменить личную информацию без ведома ее владельца. Современные федеративные социальные сети применяют различные алгоритмы рейтинга и криптозащиты данных для повышения безопасности.

Наиболее популярные социальные сети с федеративной организацией это *Mastodon* и *Bluesky*. *Mastodon* предоставляет возможность создавать полноценные сервера и интегрировать их в общую сеть, в том числе с другими приложениями, интегрирующими

протокол *ActivityPub*. Также возможности протокола *ActivityPub* позволяют определять новые объекты для конкретного сервера, тем самым специализируя их [3]. *Bluesky* децентрализует в первую очередь данные пользователей, оперируя с множеством банков данных. Данные пользователей обрабатываются набором серверов, после чего каждый из пользователей получает обработанный набор данных. Такой подход позволяет серверам иметь более обширное представление о пользователях, предоставляя лучшую аналитику по сравнению с другими подходами, а пользователям удобно переносить и восстанавливать свои данные.

P2P архитектура представляет собой сеть без выделенных серверов, а все взаимодействия происходят напрямую между пользователями. Данные, соответственно, тоже хранятся непосредственно у пользователей, обеспечивая их надежность и переносимость. Для поиска других пользователей в сети могут быть применены различные сторонние методы поиска (распределённые хеш таблицы, активное сканирование). Главными недостатками сети в таком виде является ее плохая расширяемость относительно количества пользователей и доступность данных. Поэтому современные реализации используют промежуточные сервера для упрощения адресации между пользователями и ускорения запросов по поиску необходимой информации.

Nostr – один из наиболее актуальных протоколов для организации *P2P* социальной сети через сеть промежуточных серверов. Каждый пользователь имеет свою пару криптографических ключей для подтверждения подлинности постов.

Блокчейн архитектура организует все посты в качестве транзакций в общий публичный реестр. Действия пользователей преобразуются в блоки, после чего сеть рабочих компьютеров подтверждает подлинность данного блока в обмен за награду. Блокчейн системы могут быть реализованы различным образом, в том числе поверх уже существующих криптовалют. Данная структура создает публично верифицируемую и открытую социальную сеть, практически не подвергаемую цензуре. Главной же проблемой данной структуры является высокая стоимость проведения транзакций, из-за чего стоимость хранения данных в публичном реестре крайне высока. Это ограничение может быть частично нивелировано использованием стороннего сервиса для хранения большинства данных, в то время как блокчейн лишь является подтверждением подлинности данных. Также невозможность скрыть приватную информацию (например, личные сообщения) сильно ограничивает область применения подобных систем.

Среди социальных сетей с блокчейн архитектурой можно выделить *Lens Protocol*, организованный поверх платформы *Polygon*, в которой все действия сохраняются как невзаимозаменяемый токены в сети, а данные сохранены во внешних хранилищах.

Ни одну из данных архитектур невозможно назвать оптимальной или общепринятой. Хотя наибольшее распространение на данный момент имеет федеративная организация сети, повышенный порог входа из-за особенностей реализации не позволяют таким сетям как *Bluesky* и *Mastodon* предоставить тот же опыт удобства пользовательского взаимодействия, что и привычные широкому кругу пользователей социальные сети. Другие же архитектуры не получили широкого распространения в силу ограниченности возможностей. Среди наиболее актуальных проблем для децентрализованных социальных сетей всех видов можно выделить:

- предоставление пользователям анонимности переписки;
- модерация контента и способы контроля авторизации в систему;
- синхронизация данных между пользователями;
- разработка сценариев работы при частичной или полной недоступности узлов сети.

Помимо этого, адаптация децентрализованных социальных сетей широким кругом пользователей усложняется из-за доминантного положения классических социальных сетей на рынке. Многие варианты архитектур и реализаций для децентрализованных социальных сетей были предложены лишь в виде теоретических моделей и не были в полной мере реализованы и развернуты в глобальной сети. Среди таких можно выделить следующие сети: *Safebook*, предложивший *P2P* организацию с использованием множества слоев нод различных уровней для структурирования поиска; *DECENT*, организующий сеть через множество модульных

систем, каждая из которых независима от других и способна к расширению; FOAF+SSL, реализующий взаимодействие пользователей на основе SSL сертификатов для подтверждения личности пользователей [4].

Имеется возможность реализации гибридной архитектуры, использующий элементы нескольких архитектур сразу. В основном были предложены варианты интеграции P2P и блокчейн архитектур. За последние годы было теоретически разработано множество подобных решений, но на данный момент доступных с конкретно гибридным подходом нет. Тем не менее, как и во многих сферах разработки ПО, оптимальные решения используются вне зависимости от архитектур, из-за чего можно ожидать большее число гибридных решений.

Заключение. В заключение можно сказать, что несмотря на все сложности реализации, все еще остается набор веских причин для продолжения разработки архитектурных решений и программных средств для реализации децентрализованных социальных сетей. В первую очередь это контроль над своими данными. Децентрализованные системы предоставляют среду, в которой пользователь сам выбирает лицо для управления своими данными. Это порождает возможности удобной миграции данных, контроль на алгоритмами рекомендаций, контроль уровня приватности данных. Практически все предложенные варианты архитектур стремятся распределить данные равномерно по сети тем или иным образом. Примеры успешно развивающихся социальных сетей с децентрализованной структурой показывают позитивную тенденцию привлечения пользователя к социальным сетям без централизованного контроля. Развитие текущих архитектур является важной ступенью на пути к общемировой адаптации децентрализованных сетей.

Список литературы

1. Jeong U, Ng LH, Carley KM, Liu H. Navigating decentralized online social networks: An overview of technical and societal challenges in architectural choices. / *arXiv preprint arXiv:2504.00071*, 2025.
2. Thomas Paul, Antonino Famulari, Thorsten Strufe, A survey on decentralized Online Social Networks. / *Computer Networks – 2014 – Vol 75, Part A – Pp. 437-452*.
3. Nian S, Huang A, Reed B. Building a Mastodon Compatible Java Server for ActivityPub. / *arXiv preprint arXiv:2412.09011*. 2024.
4. Yeung CM, Liccardi I, Lu K, Seneviratne O, Berners-Lee T. Decentralization: The future of online social networking. / *Linking the world's information: essays on tim berners-lee's invention of the world wide web – 2023 – Pp. 187-199*.
5. Datta A, Buchegger S, Vu LH, Strufe T, Rzdca K. Decentralized online social networks. / *Handbook of social network technologies and applications – 2010 – Pp. 349-378 – Springer, New York, NY*.

UDC 004.72+004.92

MODERN APPROACHES TO IMPLEMENTING DECENTRALIZED SOCIAL NETWORKS

Serada I.S.

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

Nesterenkov S.N. – Cand. of Sci., associate professor, associate professor of the department of ITS

Annotation. This paper examines current solutions for the design and implementation of decentralized social networks. Various approaches to organizing a network for processing and storing user data are considered. Current designs and implementation examples are described. The main challenges and advantages of each approach and system of this type are discussed. Future trends in this area of research are proposed.

Keywords: decentralized social networks, architectural solutions.