

ронежского института высоких технологий. 2020. № 1(32). С. 46-48.

2. Чопоров О.Н. Об интеллектуализации современных мультисервисных сетей // Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы. 2020. С. 240-242.

3. Анищенко Ю.А. Об особенностях применения мультисервисных сетей // Молодежь и системная модернизация страны. 2020. С. 32-34.

4. Львович Я.Е. Проблемы интеллектуализации сетей нового поколения // Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы: сборник научных статей 8-й Международной научно-практической конференции «ИИС-2020», Курск, 18 декабря 2020 г. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. С. 136-139.

5. Фурсов М.А., Ткаченко А.В. Проблемы внедрения искусственного интеллекта для автоматизированного принятия решений в бизнесе // Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы: сборник научных статей 8-й Международной научно-практической конференции «ИИС-2020», Курск, 18 декабря 2020 г. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. С. 229-231.

### ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ СВЯЗИ В УСЛОВИЯХ ПОМЕХ

Телегина В.О., Фирсова Е.А.

*Воронежский институт высоких технологий,  
Воронеж, e-mail: bbosly@yandex.ru*

Моделирование систем связи в условиях помех возникает в различных областях, таких как телекоммуникации, радиосвязь и беспроводные сети. В системах связи существуют различные типы помех, которые могут негативно влиять на эффективность передачи сигнала. Некоторые из этих помех включают шум, интерференцию и искажения сигнала. Шум может возникать из различных источников, таких как электромагнитные помехи, тепловой шум и квантовый шум. Шум может быть контролируемым или неконтролируемым и может иметь различные источники, такие как электромагнитные поля, электрические разряды и т. д. [1]. Шумы часто вносят искажения в сигналы и снижают его качество.

Интерференция – это другая форма помех, которая возникает, когда два или более сигнала пересекаются на одной частоте. Это может произойти, когда передатчики работают на близких частотах или когда сигналы отражаются от объектов в окружающей среде [2]. Интерференция может привести к искажениям сигнала или даже полной потере связи.

Искажения сигнала – это изменения или искажения, которые происходят в сигнале во время его передачи по каналу связи. Это может быть вызвано множеством факторов, таких как потеря сигнала, захват сигнала другими источниками или наложение других сигналов. Искажения сигнала могут привести к ошибкам в передаче данных и снижению скорости передачи.

Для оценки и предсказания поведения системы связи в условиях помех используются различные методы и техники моделирова-

ния. Эти методы могут быть аналитическими или численными.

Аналитические подходы основаны на математических моделях и аналитических выкладках, которые позволяют оценить влияние помех на систему связи. Эти методы позволяют проводить аналитические расчеты и получать точные аналитические выражения для оценки и предсказания поведения системы связи.

Численные подходы включают использование компьютерных программ и симуляций для моделирования поведения системы связи в условиях помех. С помощью численных методов можно проводить расчеты и моделирование, основанные на реалистичных условиях помех и параметров системы связи.

Оба подхода имеют свои преимущества и недостатки. Аналитические методы обычно предоставляют точные результаты, но могут быть ограничены сложностью модели или условиями, которые не могут быть учтены аналитически. Численные методы позволяют учесть более сложные условия и моделировать реалистичные сценарии, но могут требовать больше вычислительных ресурсов и времени.

Помимо аналитических и численных подходов, также рассматриваются практические аспекты, связанные с применением моделей в реальных системах связи. Это включает в себя выбор подходящих моделей и методов моделирования, а также учет реальных условий и параметров системы связи. Практические аспекты также могут включать в себя разработку и оптимизацию алгоритмов обработки сигналов и управления помехами [3].

Выбор подходящих моделей и методов моделирования является важным аспектом при работе с реальными системами связи. Различные модели и методы могут быть применены в зависимости от конкретных требований и характеристик системы связи. Например, для моделирования канала связи могут использоваться различные модели, такие как модель Аддитивного Белого Гауссовского Шума (AWGN) или модель Рэля.

Учет реальных условий и параметров системы связи также является важным аспектом. Это может включать учет физических характеристик канала связи, таких как потери сигнала, затухание и интерференцию [4]. Также может быть учтено влияние различных факторов, таких как погода, окружающая среда и технические характеристики оборудования.

Разработка и оптимизация алгоритмов обработки сигналов и управления помехами также являются важными практическими аспектами моделирования систем связи. Это может включать разработку алгоритмов для улучшения качества сигнала, уменьшения влияния помех и повышения эффективности передачи данных.

Для решения проблем, связанных с моделированием систем связи в условиях помех, можно

применять различные подходы. Один из возможных путей решения – это улучшение моделей и методов моделирования, чтобы они более точно отражали реальные условия и поведение системы связи [5]. Также можно использовать более продвинутые алгоритмы обработки сигналов и управления помехами, чтобы улучшить эффективность связи в условиях помех.

Например, одним из подходов, может быть, применение продвинутых алгоритмов обработки сигналов, таких как адаптивная фильтрация или методы компенсации помех. Эти алгоритмы позволяют системе связи автоматически адаптироваться к изменяющимся условиям и подавлять помехи, что в свою очередь повышает качество связи.

Другим подходом может быть использование моделей и методов моделирования, которые более точно отражают реальные условия и поведение системы связи. Например, можно учитывать различные типы помех, такие как шумы, интерференцию и многолучевое распространение сигнала. Это позволяет более точно предсказывать поведение системы и оптимизировать ее работу.

Также стоит обратить внимание на использование современных технологий, таких как цифровые двойники организаций (ДТО). Цифровой двойник организации представляет собой виртуальную модель реальной системы, которая может использоваться для анализа и оптимизации работы системы связи в условиях помех.

#### Список литературы

1. Преображенский А.П. Проблемы повышения живучести сетей передачи данных // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2015. № 14. С. 116-118.
2. Косых А.В. Анализ возможностей моделирования систем беспроводной связи // Актуальные вопросы эксплуатации систем охраны и защищенных телекоммуникационных систем. 2018. С. 235-236.
3. Громадюк Р.П., Львович И.Я. Некоторые особенности методов моделирования беспроводных сетей // Проблемы развития современного общества: сборник научных статей 8-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 4-х томах. Т. 3. Курск, 2023. С. 233-235.
4. Суворов А.П., Лесников А.С. Особенности развития современных телекоммуникационных сетей // Вестник Воронежского института высоких технологий. 2020. № 1(32). С. 46-48.
5. Тяпкин П.С., Важенин Н.А. Повышение помехоустойчивости систем связи в условиях импульсных квазигармонических помех с использованием слепых методов обработки сигналов // Труды МАИ. 2023. № 128. DOI: 10.34759/trd-2023-128-13.

### MESH СИСТЕМА. ПОБЕЖДАЕМ ЗОННЫЙ РОУМИНГ БЕСПРОВОДНОЙ СЕТИ

Ульянов А.В.

*Воронежский институт высоких технологий,  
Воронеж, e-mail: vasyukevitchaleks@yandex.ru*

Mesh-сеть – сеть, созданная по ячеистой топологии (англ. Mesh Topology), такая сеть напоминает ячейки, в которой точки доступа соеди-

няются друг с другом и способны исполнять роль коммутатора для остальных точек доступа [1].

Mesh – это беспроводная сеть, устойчивая к отказам и с большей площадью покрытия. Со стороны пользователя, отличия Mesh от Wi-Fi будут минимальными. Сложность технологий и настройки процессов в Wi-Fi Mesh-системах берет на себя Mesh роутер или главный маршрутизатор.

Возможности Mesh-сети:

- создание зон сплошного покрытия большой площади;
- масштабируемость сети (увеличение площади зоны) в режиме самоорганизации;
- использование беспроводных транспортных каналов (backhaul) для связи точек доступа (модулей) по принципу «каждый с каждым»;
- устойчивость сети к потере отдельных модулей [2,4].

Mesh-сети представляют собой совокупность кластеров. Зона покрытия разделяется на кластерные зоны, количество которых не ограничено. В одном кластере размещается от 8 до 16 точек доступа [2, 4]. Одна из таких точек является узловой (gateway) и подключается к информационному каналу, предоставляемому инетрент-провайдером, с помощью кабеля (оптического либо электрического) или по радиоканалу (с использованием систем широкополосного доступа). Узловая точка доступа, как и остальные точки доступа (nodes), соединяются между собой по транспортному радиоканалу. Они могут выполнять функции ретранслятора (транспортный канал) либо функции ретранслятора и абонентской точки доступа. Особенностью таких систем является использование специальных протоколов, позволяющих каждой точке доступа создавать таблицы абонентов сети с контролем состояния транспортного канала и поддержкой динамической маршрутизации. При отказе любой из них происходит автоматическое перенаправление трафика по другому маршруту [3].

Расширения зоны покрытия в таких сетях обеспечивается установкой новых точек доступа, с автоматической их интеграцией в существующую сеть.

Основная задача Mesh-сетей – это организация межсетевых роуминга для пользователей в различных сетях без потери качества связи.

Недостаток Mesh-сетей заключается в том, что они используют промежуточные пункты для передачи данных, что может вызвать задержку при пересылке информации. Вследствие этого существуют ограничения на количество точек доступа в одном кластере [4].

На предприятии часто приходится выбирать между быстрым проводным интернетом или медленным Wi-Fi. Проводное соединение имеет один существенный недостаток – привязка к месту. В остальном оно быстрое, стабиль-