

Разработка системы интеллектуальной диагностики для сетевого оборудования с применением методов предсказательной аналитики и искусственного интеллекта

Хисматов И.Э.

аспирант

Институт информатики, математики и робототехники

Уфимский университет науки и технологий

Уфа, Россия

e-mail: khismatov.ildar@mail.ru

Аннотация¹

Техническое состояние сетевого оборудования имеет решающее значение для провайдеров и операторов связи. Количество пользователей растёт, поэтому оценка и поддержание исправности оборудования становятся ещё важнее. Качественная работа оборудования обеспечивает высокое качество услуг и снижает риск технических проблем и сбоев. Во время проверки оценивается работоспособность, производительность, безопасность и соответствие требованиям. Объектом исследования выступает процесс предиктивной диагностики. Цель работы - снижение сложности диагностики показателей сетевого оборудования с помощью методов искусственного интеллекта в предиктивной диагностике. Проведен анализ предметной области. Рассмотрены основные этапы проведения диагностики сетевого оборудования. Представлено обновление данного процесса с помощью использования искусственного интеллекта. Проведено обоснование необходимости разработки данной модели, описаны инструменты, используемые для реализации информационной системы.

Ключевые слова: интернет, искусственный интеллект, аналитика, прогноз, диагностика

1. Введение

Техническое состояние сетевого оборудования имеет критическое значение для провайдеров и

выхода в сеть, растет, что делает оценку и обеспечение надлежащего технического состояния оборудования еще более важным. Надежная эксплуатация оборудования гарантирует качество услуг, предоставляемых абонентам, и снижает риски возникновения технических проблем и сбоев.

В рамках оценки технического состояния оборудования проводится проверка его работоспособности, производительности, безопасности, а также соответствия требованиям стандартов и нормам. На основе этой оценки принимаются решения о необходимости модернизации, ремонта или замены оборудования для обеспечения его долгосрочной и надежной работы. Особое внимание уделяется вопросам безопасности, так как сетевое оборудование является одной из основных точек проникновения для злоумышленников. Провайдеры и операторы связи должны постоянно обновлять программное обеспечение и базы данных сигнатур угроз, чтобы минимизировать риски вирусных атак, DDoS-атак и других киберугроз.

Регулярная оценка технического состояния оборудования позволяет операторам связи контролировать и оптимизировать свои сети, обеспечивая высокое качество услуг и удовлетворяя растущие потребности абонентов.

Оценка технического состояния позволяет проверить работоспособность, безопасность и соответствие оборудования стандартам.

На основе этой информации принимаются решения о модернизации, ремонте или замене оборудования. Безопасность становится особенно важной, так как атаки на сетевое оборудование являются одной из основных угроз. Регулярная оценка состояния оборудования помогает операторам контролировать и оптимизировать свою сеть, обеспечивая высокое качество услуг для своих абонентов.

Актуальность проблемы мониторинга сетевого оборудования обусловлена рядом причин:

Труды X Международной научной конференции "Информационные технологии интеллектуальной поддержки принятия решений", 12-14 ноября, Уфа-Баку-Чандигарх, 2024

операторов связи. С каждым годом количество абонентов, использующих это оборудование для

Разработка системы интеллектуальной диагностики для сетевого оборудования с применением методов предсказательной аналитики и искусственного интеллекта

1. Масштабируемость и производительность: Сетевые инфраструктуры становятся все более сложными и распределенными, что требует эффективного контроля и мониторинга для обеспечения оптимальной производительности и масштабируемости.
2. Безопасность: Мониторинг сетевого оборудования помогает обеспечить безопасность данных и предотвращать возможные атаки на сеть. Это позволяет своевременно обнаруживать и устранять уязвимости, а также реагировать на инциденты безопасности.
3. Отказоустойчивость: Постоянный мониторинг сетевых устройств помогает выявлять возможные проблемы и сбои, обеспечивая таким образом отказоустойчивость системы.
4. Управление обновлениями и конфигурацией: Мониторинг позволяет контролировать состояние сетевого оборудования, его конфигурацию и обновления, что позволяет предотвратить возможные проблемы и улучшить общую производительность сети.
5. Экономия ресурсов: Постоянный контроль и мониторинг сетевого оборудования помогают оптимизировать использование ресурсов, предотвращая перегрузку и сбои в работе сети.
6. Улучшение качества обслуживания (QoS): Мониторинг позволяет отслеживать качество обслуживания клиентов, анализировать трафик и определять потенциальные узкие места, что в итоге улучшает пользовательский опыт и повышает удовлетворенность клиентов.

Предиктивная аналитика сетевого оборудования провайдера позволяет оптимизировать работу сети, предотвращать возможные сбои и улучшить качество услуг для пользователей

2. Искусственный интеллект в предиктивной аналитике

Внедрение искусственного интеллекта в это направление поможет решить несколько проблем, например, точный мониторинг оборудования с составлением его прогноза выхода из строя, поможет сразу решить проблему с модернизацией сети, также повысит уровень лояльности абонентов.

Система будет мониторить состояние – изначально будет задан нормальный (идеальный) вариант поведения, при отклонении от предельно допустимого уровня будет создан процесс на службу технической поддержки или будет процесс на выезд специалиста для проверки оборудования на месте.

А также будет отправлено уведомление абонентам, которые находятся за этим оборудованием, чтобы

он обратился в техническую поддержку для подтверждения проблемы.

- Преимущества данного направления развития:
- Перевод отказа оборудования из категории «внезапных» в категорию прогнозируемых (за счёт раннего обнаружения и оповещения персонала о развивающейся неисправности);
- Сокращение времени unplanned простоев;
- Сокращения негативного эффекта из-за длительного простоя.

Термин «предиктивная аналитика» — это процесс использования данных для прогнозирования будущего поведения системы или процесса. Она включает в себя анализ текущих и исторических данных, выявление закономерностей и тенденций, а затем использование этой информации для предсказания будущих событий или результатов. Предиктивная аналитика может быть использована в различных областях, таких как финансы, маркетинг, медицина, безопасность и многих других [3].

Под термином Predictive Analytics сегодня принято понимать совокупность операций, позволяющих предсказывать результаты событий в будущем исключительно на основании прошлого опыта аналогичных дел. В данной структуре, если принимать во внимание ее обозначение в самом широком смысле, присутствуют элементы классической статистики, теории игр и функционального математического анализа. Как уже говорилось ранее, перечень сфер, в рамках которых используются выкладки подобного порядка, чрезвычайно широк. С соответствующей терминологией приходится сталкиваться банковским работникам, бизнесменам, специалистам по рекламе и даже программистам.

Предиктивная аналитика сетевого оборудования провайдера позволяет оптимизировать работу сети, предотвращать возможные сбои и улучшить качество услуг для пользователей.

Основные направления предиктивной аналитики сетевого оборудования провайдера:

1. Мониторинг состояния оборудования: сбор данных о работе устройств, определение их состояния и выявление потенциальных проблем.
2. Прогнозирование сбоев и отказов: анализ данных о работе оборудования, выявление закономерностей и трендов, которые могут указывать на возможные проблемы в будущем.
3. Оптимизация использования ресурсов: определение наиболее загруженных устройств и участков сети, предложение решений для перераспределения нагрузки и улучшения производительности.

4. Обнаружение и устранение уязвимостей: анализ возможных угроз и уязвимостей в сетевой инфраструктуре, разработка рекомендаций по их устранению.
5. Обучение и развитие моделей: постоянное обновление и улучшение моделей анализа на основе новых данных, чтобы обеспечить более точные прогнозы и рекомендации.
6. Интеграция с системами управления сетью: обеспечение возможности автоматической реализации рекомендаций и предупреждений предиктивной аналитики для улучшения работы сети.
7. Отчетность и мониторинг результатов: предоставление отчетов о работе предиктивной аналитики, а также отслеживание и анализ изменений в состоянии оборудования и качестве предоставляемых услуг.

Простыми словами предиктивная аналитика позволяет провайдерам улучшать качество услуг, сокращать время простоя оборудования, снижать затраты на обслуживание и обеспечивать стабильность работы сети.

Цифровизация оборудования – подключение цифровых датчиков, интерфейсов и систем сбора данных – позволяет применять автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) [2]. Они следят, как работает оборудование, предупреждают о критических отклонениях и защищают установки от работы в запредельных режимах. Но, несмотря на свою сложность, они работают только в режиме «реального времени», сигнализируя об опасности или отключая оборудование «по факту».

Авария на сети может обойтись дорого для сетевого провайдера любого уровня как материально, так и уровнем удовлетворенности клиентов. Можно проверять оборудование на месте – приезжая на место установки, но на проверку всего оборудования не хватит времени и штата сотрудников. Второй способ – это просто взять систему мониторинга (например, Zabbix), настроить его на мониторинг оборудования, установленного на сети. Для мониторинга потребуется создание высококвалифицированного отдела мониторинга. Третий способ – это взять исторические данные, взять потоковые данные с Zabbix и построить модель их изменения. Это уже предиктивная аналитика, которую могут позволить себе далеко не все.

Нужно получить исторические данные с оборудования. Минимум за три месяца, лучше – за полгода–год. Там должен быть поток данных со всего оборудования, поток данных по производственным процессам и так далее.

На основе этих данных можно построить математическую модель (обучить нейросети для

прогноза), чтобы понять ожидаемое будущее состояние системы на основании прошлого опыта. После обучения нейросети в модель добавить текущие данные в реальном времени, чтобы модель могла построить реальный прогноз.

Далее при каждой возникшей ситуации оценить верность прогноза. Модель способна далеко не на всё: она может предсказывать случаи, которые уже были на этом оборудовании, достаточно точно, но редко когда удаётся предвидеть новый случай, которого не было в истории. Проблема в том, что потоки данных с одного элемента оборудования неприменимы для другого, принципиально похожего, но другой серии. Плюс для каждого наименования оборудования нужна своя модель: принципиальная подходит для всего класса оборудования, но даёт незначительный прирост точности, но написанная под конкретное оборудование – работает. Более того, два экземпляра одного и того же оборудования требуют разных моделей и работают совершенно по-разному.

Нейросеть учится именно на данных каждого конкретного элемента оборудования и уточняется моделью для данного типа (серии) оборудования. Достоверность прогноза очень сильно зависит от внедряемых моделей, исторических данных. Любая аналитика строится на данных. На сегодняшний день принимаются много решений внедрения руководством компаний информационной системы, агрегирующая данные, после эта система вводится в процессы, протекающие в компании, и вместо интеграции с производственными системами все эти данные начинают вбиваться вручную раз в смену.

Прогнозы часто обогащаются базами знаний экспертов. Необходимо понимать, что речь идет про прогнозную аналитику, предсказывают вероятные результаты на основе выявленных тенденций и статистических моделей, полученных с помощью исторических данных и с использованием данных от оборудования, получаемых в реальном масштабе времени.

Компания ждет предписывающей аналитики, которая позволяет получить оптимальное решение на основе прогнозной аналитики с использованием данных в реальном масштабе времени.

Цель прогнозирования состоит в том, чтобы аварийные ситуации на оборудовании перенести на планируемые работы. Чем сложнее система, тем более сложная модель – больше влияющих факторов, менее достоверное предсказание.

Машинное обучение можно использовать для прогнозирования состояния сетевого оборудования на основе анализа исторических данных о его производительности, ошибках и других метрик. Алгоритмы обучения могут анализировать эти данные и строить модели, которые предсказывают возможные проблемы с оборудованием и когда может потребоваться обслуживание.

Машинное обучение часто применяется в различных сферах деятельности. Оно применяется для принятия решения на основе данных

Сбор и анализ исторических данных с оборудования является ключевым этапом в процессе предиктивной диагностики. Чем больше данных доступно для анализа, тем более точной и надежной будет построенная математическая модель.

На основе математической модели можно предсказать ожидаемое состояние системы в будущем, что позволяет заранее определить возможные проблемы и предпринять необходимые меры для их устранения.

Достоверность прогноза определяется степенью точности и надежности предсказаний, которая оценивается с помощью различных критериев, таких как точность, полнота, актуальность и надежность.

Результаты исследования определяют ряд параметров, включая установку программы мониторинга и обучение сотрудников. Это важно для обеспечения эффективности процесса предиктивной диагностики в целом.

Внедрение искусственного интеллекта в процесс предиктивной диагностики может помочь решить ряд проблем, связанных с обработкой больших объемов данных и анализом сложных закономерностей [1].

Решение задачи по оценке технического состояния сетевого оборудования провайдера в значительной мере связано с внедрением эффективных методов инструментального контроля и технической диагностики.

Внедрение искусственного интеллекта в это направление поможет решить несколько проблем, например, точный мониторинг оборудования с составлением его прогноза выхода из строя, поможет сразу решить проблему с модернизацией сети, также повысит уровень лояльности абонентов.

Система будет мониторить состояние – изначально будет задан нормальный (идеальный) вариант поведения, при отклонении от предельно допустимого уровня будет создан процесс на службу технической поддержки или будет процесс на выезд специалиста для проверки оборудования на месте.

Прогностические модели коммутаторов имеют два класса: неуправляемые, настраиваемые. То есть один и тот же коммутатор будет обесцениваться совершенно в разных моделях в зависимости от своих характеристик. Поэтому в поток данных нужно также добавлять все внешние условия, условия среды, производственных материалов и так далее.

Нейросеть в предиктивной аналитике помогает контролировать оборудование с детальным прогнозом.

Для начала определим параметры измерения на коммутаторе и построим сеть [4].

Показатель 1: бродкаст шторм.

Бродкаст шторм — это всплеск широковещательных пакетов, который может привести к парализации работы сети. Он возникает из-за некорректных широковещательных сообщений или неправильной настройки протоколов.

Показатель 2: количество записей в таблице MAC-адресов.

Количество записей в таблице MAC-адресов может варьироваться в зависимости от количества устройств и объема памяти. Стандартные значения — 1024 или 4096 записей.

Показатель 3: состояние блока питания (power).

Состояние блока питания определяет стабильность питания сетевого оборудования. Аккумулятор обеспечивает работу оборудования в случае отключения электроэнергии.

Показатель 4: загрузка процессора.

Загрузка процессора показывает степень загрузки сетевого оборудования обработкой данных. Высокая загрузка может привести к снижению производительности.

Показатель 5: потеря трафика на Uplink при достижении CRC ошибок.

Потеря трафика на Uplink может быть вызвана различными проблемами, такими как перегрузка сети или ошибки в настройках. Диагностика поможет определить причины потери трафика.

Сравнительный метод - метод сопоставления двух и более объектов (явлений, идей, результатов исследований), выделение в них общего и различного с целью классификации и типологии.

Метод площадей — метод решения геометрических тождеств путём подсчёта площадей фигур разными способами.

Само сравнение выражений для площади фигуры может быть различным. Иногда площадь фигуры представляется в виде суммы площадей ее частей. В других случаях приравниваются выражения, основанные на различных формулах площади для одной и той же фигуры, что позволяет получить зависимость между ее элементами.

Суть метода площадей не ограничивается только описанным выше приемом. Иногда бывает полезно рассмотреть отношение площадей фигур, одна из которых (или обе) содержит в себе искомые элементы.

3.Подход предиктивной аналитики

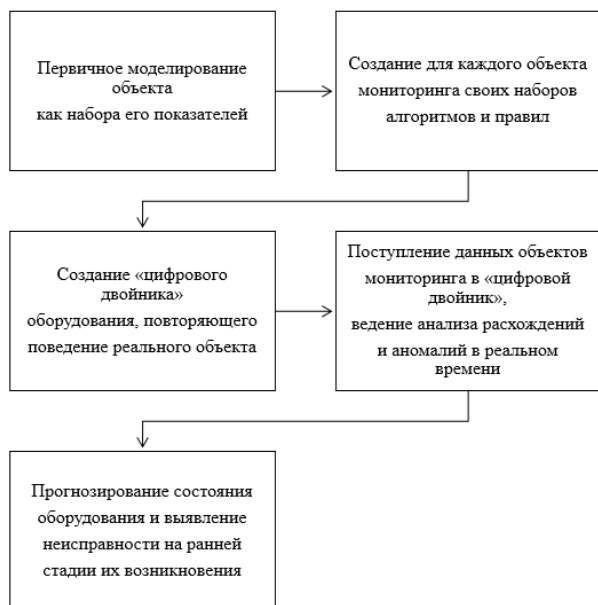


Рис. 1. Подход предиктивной аналитики

Рассмотрим подход предиктивной аналитики (рис. 1)

1. Начнем с первичное моделирование объекта как набора его показателей, на данном шаге – определяются ключевые показатели оборудования, которые будут применены для диагностики.
2. Создание для каждого объекта мониторинга своих наборов алгоритмов и правил. Как говорилось ранее, к каждому оборудованию нужен свой подход, соответственно будет свой набор алгоритмов.
3. Создание «цифрового двойника» оборудования, повторяющего поведение реального объекта и Поступление данных объектов мониторинга в «цифровой двойник», ведение анализа расхождений и аномалий в реальном времени - будет создана виртуальная машина, которая будет показывать в онлайн режиме ситуацию и будет делать небольшой прогноз в рамках своих показателей.
- 4.Прогнозирование состояния оборудования и выявление неисправности на ранней стадии их возникновении. На основе обучения система будет показывать нам прогноз состояния оборудования и примерное время работы до вмешательства специалиста.

Затрагивая вопрос искусственного интеллекта в работе, нужно описать схему его работы (рис. 2)



Разработка системы интеллектуальной диагностики для сетевого оборудования с применением методов предсказательной аналитики и искусственного интеллекта

Рисунок 2 - Управление процесса предиктивной аналитики

Если описать процесс диагностики вкратце, то искусственный интеллект в процессе предиктивной диагностики работает следующим образом.

Изначально происходит сбор данных с оборудования, когда оно было в критическом состоянии, чем больше глубина, тем лучше прогноз, далее после обучения нейронной сети критическому показателю, вводится новый показатель – «нормы», т. е. состояние коммутатора в идеальных условиях.

Искусственный интеллект на основе этих данных делает прогноз на период, когда оборудование может работать без вмешательства человека.

Также искусственный интеллект, когда делает вывод о том, что оборудование на грани выхода из строя отправляет отчет в службу мониторинга и уведомление абонентам, о том, что сейчас услуги могут работать некорректно.

Но также не стоит забывать про ошибки первого и второго рода.

Ошибки первого и второго рода являются важными понятиями в области диагностики и контроля качества. Ошибки первого рода происходят, когда система ошибочно принимает нормальное состояние за неисправное, а ошибки второго рода возникают, когда система пропускает реальную неисправность.

Ошибки первого рода могут привести к излишним затратам на ремонт оборудования или к снижению его производительности. Ошибки второго рода, с другой стороны, могут привести к серьезным авариям или отказам оборудования, что может повлечь за собой еще большие затраты на восстановление или замену оборудования.

Для снижения вероятности ошибок первого и второго рода необходимо использовать надежные методы диагностики и контролировать качество работы системы. Также важно проводить регулярные проверки и тестирования оборудования, чтобы выявлять и устранять возможные неисправности.

Для прогнозирования показателей на основании данных оборудования необходимо выполнить следующие шаги:

1. Сбор данных: получить данные с оборудования, которые будем использовать для прогнозирования.
2. Подготовка данных: очистить и преобразовать данные для улучшения качества и точности прогнозов. Это может включать в себя удаление выбросов, заполнение пропущенных значений и нормализацию данных.
3. Выбор модели прогнозирования: определить, какая модель прогнозирования будет использоваться. Некоторые популярные модели

включают линейную регрессию, деревья решений, случайный лес, нейронные сети.

4. Обучение модели: обучить выбранную модель на подготовленных данных. Убедится, что модель хорошо обучена и дает точные прогнозы.
5. Оценка модели: оценить точность модели, используя методы перекрестной проверки или тестирования. Это поможет определить, насколько хорошо модель может предсказывать будущие значения.
6. Внедрение модели: после того, как модель была оценена и признана точной, ее можно использовать для прогнозирования будущих значений на основании данных, полученных с оборудования.
7. Мониторинг и обновление модели: регулярно проверять модель на точность и актуальность.

Нейросети могут использоваться для анализа больших объемов данных, которые могут помочь выявить закономерности и тенденции, которые могут быть использованы для прогнозирования технического состояния оборудования. Например, нейросеть может быть обучена на данных о работе оборудования, таких как температура, вибрация, уровень шума и т. д., чтобы определить, когда оборудование может выйти из строя. Кроме того, нейросети могут использоваться для обнаружения аномалий в работе оборудования, что может помочь предотвратить серьезные проблемы.

4. Заключение

При разработке модели было выявлено, что при увеличении количества оборудования на сети процесс

диагностики усложняется. Чем больше оборудования в сети, тем сложнее становится управлять им и диагностировать возможные проблемы. В этом случае машинное обучение может быть очень полезным, так как оно позволяет автоматизировать процесс диагностики и прогнозирования проблем. Алгоритмы машинного обучения могут анализировать данные, поступающие от оборудования, и на основе этого делать выводы о том, какие проблемы могут возникнуть и когда необходимо провести обслуживание. Это помогает снизить время и затраты на обслуживание, а также повышает надежность сети.

Список используемых источников

1. Варламов, О.О. Перспективы искусственного интеллекта // Знание – Сила. - 2020. - №3.
2. Колмыков И.А. Предиктивная аналитика и «цифровая зрелость» // ИСУП. 2020. № 6. С. 50-53.
3. Фролова, М.В., Чепыжов, Д.С. Предиктивное техническое обслуживание как средство обеспечения экономической безопасности промышленных предприятий // Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы: Материалы VII Международной научно-практической конференции. - Нижний Новгород: Русайнс, 2020.
4. Хисматов И.Э. Автоматизация процесса диагностики сетевого оборудования в современном мире с помощью искусственного интеллекта // II Международная научно-практическая конференция. - Краснодар: Новация, 2024. - С. 73–76.