

УДК 004.052.32

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ИНТЕГРИРОВАННОГО ДОСТУПА

А.А. ИПАТОВИЧ

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь**Поступила в редакцию 31 октября 2021*

**Аннотация.** Разработана программа автоматизированного тестирования устройств интегрированного доступа, работающих по технологии ADSL. Представлены структурная схема программы и функциональный алгоритм тестирования устройств интегрированного доступа. Описаны этапы тестирования функциональных узлов устройств интегрированного доступа, приведены используемые программные инструменты.

**Ключевые слова:** автоматизированное тестирование, устройство интегрированного доступа, ADSL.

### Введение

Процесс ремонта абонентских устройств интегрированного доступа (IAD) включает в себя следующие этапы: диагностика, устранения неисправностей и тестирование, при котором производится проверка работоспособности всех узлов и контроль основных параметров. С течением времени растет как количество выходящих из строя устройств, так и разнообразие возникающих неисправностей. Некоторые из таких неисправностей проявляются лишь при длительной эксплуатации абонентских устройств, что значительно усложняет процессы диагностики и тестирования на рабочем месте по ремонту. Достижения высокого результата при тестировании устройств интегрированного доступа возможно лишь при достаточно большой длительности теста и высокой степени автоматизации.

Разработана система автоматизированного тестирования устройств интегрированного доступа, которая представляет собой аппаратно-программный комплекс, обеспечивающий полный автоматический цикл тестирования всех функциональных узлов IAD. Система поддерживает распространенные модели IAD производителей ZTE и Huawei, а также предусматривает возможность расширения списка поддерживаемых устройств [1].

В статье представлено программное обеспечение системы автоматизированного тестирования устройств интегрированного доступа и дано описание работы основных ее функциональных компонентов.

### Структура программы автоматизированного тестирования IAD

Структура программы системы автоматизированного тестирования устройств интегрированного доступа обусловлена составом аппаратной части и способами взаимодействием ее элементов. Исходя из решаемых задач и архитектуры тестируемых устройств определены основные функциональные возможности программы:

- автоматическая конфигурация тестируемых устройств с использованием их веб-интерфейса;
- контроль параметров ADSL соединения путем взаимодействия с терминалом мультисервисного модуля доступа DSLAM;

- тестирование IP-телефонии: контроль статуса VoIP регистрации на сервере, совершение автоматических вызовов на тестируемое устройство, контроль определителя номера и качества канала тональной частоты;
- контроль сетевого соединения устройства;
- мониторинг уровня сигнала Wi-Fi;
- нагрузочное тестирование: пропускание трафика, симулирующего работу IPTV, через абонентское устройство и контроль потери пакетов;
- графический пользовательский интерфейс.

Структура разработанной программы автоматизированного тестирования IAD представлена на рис. 1. Функциональный алгоритм тестирования IAD отображен на рис. 2.

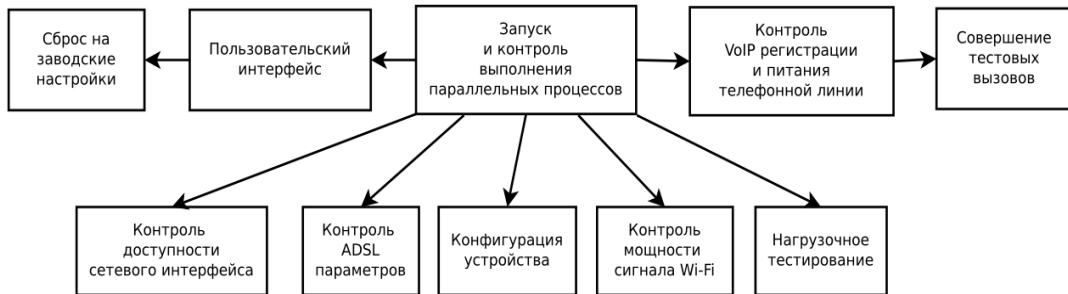


Рис. 1. Структурная схема программы

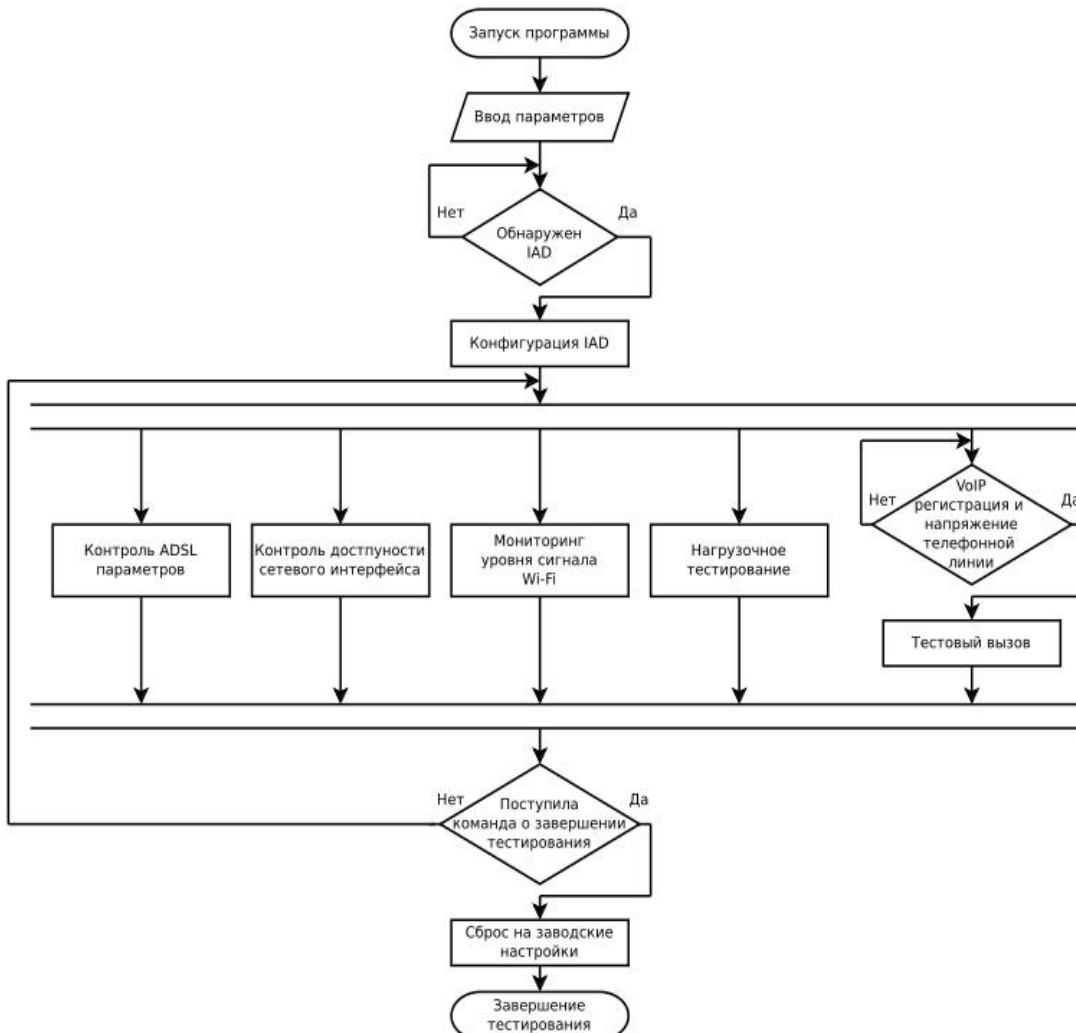


Рис. 2. Функциональный алгоритм тестирования IAD

При выборе языка программирования для написания кода программы системы были определены следующие критерии.

1. Наличие библиотек для реализации функций IP-телефонии.
2. Наличие инструментов для автоматизированного взаимодействия с веб-интерфейсом тестируемых устройств для их конфигурации.
3. Поддержка работы с протоколами SSH, Telnet для взаимодействия с сервером телефонии, мультисервисным модулем доступа DSLAM, а также сетевым коммутатором.
4. Поддержка работы с интерфейсом RS-232 для управления коммутатором телефонных каналов и dial-up модемом;
5. Работа с базами данных.
6. Наличие библиотек для разработки пользовательского графического интерфейса, поддерживающего построение графиков и работу с файлами.
7. Работа системы предусматривается в среде операционной системы семейства Linux.

В качестве основного языка программирования был выбран Python. Данный язык имеет широкий спектр библиотек для работы с сетевыми протоколами, управления базами данных, автоматизации процессов, создания графического интерфейса и организации IP-телефонии [2].

Для одновременного тестирования всех функциональных узлов устройств интегрированного доступа программа должна работать в асинхронном режиме. Для реализации асинхронности при написании программы была использована библиотека Subprocess, позволяющая запускать отдельные скрипты, написанные на языке Python, параллельно, без ожидания их завершения [3]. Так как все контролируемые параметры тестируемого устройства записываются в базу данных и обрабатываются независимо друг от друга, то для этого необходима система управления базами данных, поддерживающая работу с несколькими одновременными подключениями. В качестве такой системы была выбрана MySQL [4], а также библиотека драйвера подключений PyMySQL [5].

Главное окно программы представлено на рис. 3.

The screenshot shows the main interface of the 'Стенд автоматизированного тестирования IAD' software. At the top, there is a status bar with the following information:

- DSLAM: OK
- Коммутатор ТК: OK
- VoIP настройки стенда: OK
- Текущий тестовый набор: IAD: 4 SIP номер: 01004
- VoIP сервер: OK
- Dial-Up модем: OK
- Регистрация: OK
- MAC: c0:fd:84:fc:1f:bb
- Сетевой коммутатор: OK
- Wi-Fi сканер: OK

The main part of the window is a table with the following columns: №, Модель, MAC, IP-адрес, Время теста, LAN, DSL, Макс. скорость, Акт. скорость, SNR, Затухания, VoIP, Наборы, Сбросы, Wi-Fi, and Примечание. The table contains 23 rows of test results for various devices, including models like ZXV10 H201L, HG552f-11, ZXHN H267N, and ZXHN H208N. The bottom section of the window displays a log of system events, such as 'DSL соединение установлено' at 15:38:18 and 'SIP аккаунт не зарегистрирован' at 15:51:22.

Рис. 3. Главное окно программы

Пользовательский интерфейс был разработан с использованием библиотеки PyQt5 [6]. В главном окне программы в виде таблицы отображаются все тестируемые устройства и их основные параметры. В нижней части главного окна программы отображается общий журнал событий системы. Пользовательским интерфейсом предусмотрена возможность сброса настроек устройства до заводских по окончании тестирования одним нажатием кнопки. Также

реализована возможность экспорта журнала событий в текстовый файл. При выборе одного устройства будут отображены его подробные характеристики, отдельный журнал событий, графики его ADSL параметров. Окно для отображения информации по тестируемому устройству приведено на рис. 4.

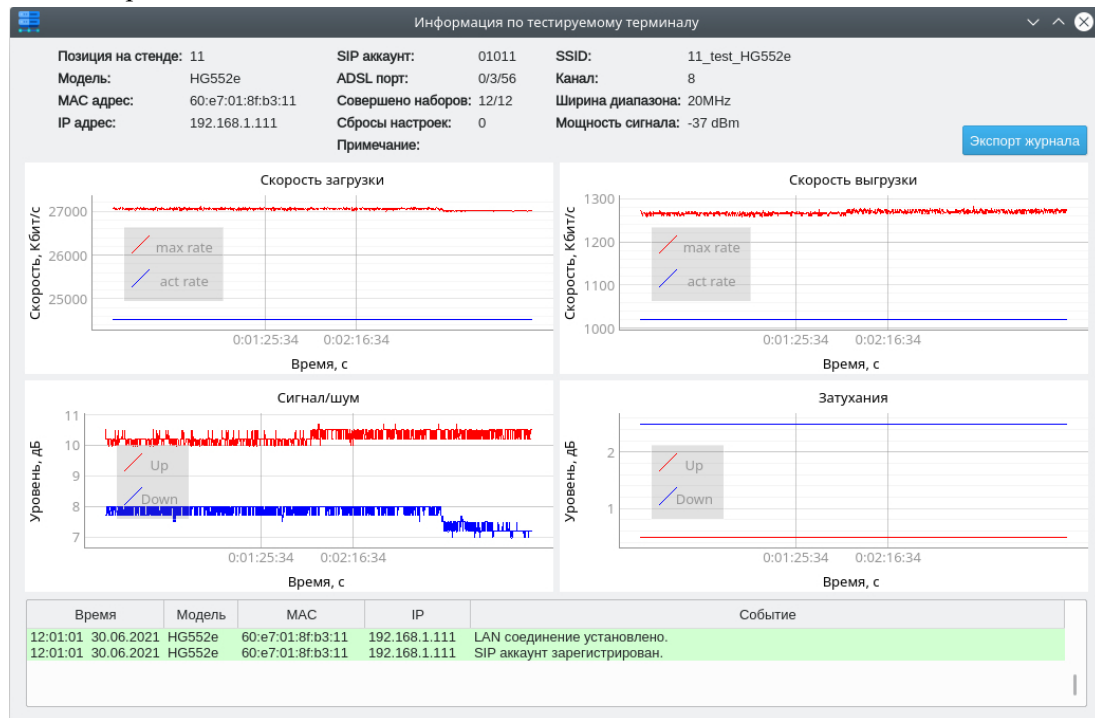


Рис. 4. Окно программы для отображения информации по тестируемому устройству

Изменение настроек абонентских устройств доступно только с использованием веб-интерфейса, так как протоколы Telnet и SSH в различных моделях устройств либо не поддерживаются, либо запрещены настройками безопасности по умолчанию. Для работы с веб-интерфейсом была выбрана библиотека Python Selenium, представляющая собой мощный инструмент автоматизации и поддерживающий множество параметров распространенных браузеров [7]. Для разработанной системы был использован браузер с открытым исходным кодом Chromium, а также драйвер chromedriver для автоматизированного взаимодействия с ним [8]. Для оптимизации работы программы браузер запускается в режиме headless (фоновый режим без графического отображения).

Автоматическая конфигурация абонентского устройства начинается сразу после его подключения к стенду и загрузки. Для обнаружения нового устройства система посылает ICMP запросы на IP адрес по умолчанию 192.168.1.1. После получения ответа на ICMP запрос запускается браузер и происходит направление на стартовую страницу настроек абонентского устройства. По анализу отображаемых элементов веб-страницы определяется производитель и модель устройства, автоматически вводится логин и пароль по умолчанию для входа в меню конфигурации. Далее программа производит поиск определенных HTML элементов веб-страницы, происходит взаимодействие с ними: нажатие на кнопки и пункты меню, ввод текста в определенные поля, чтение необходимых параметров. Таким образом происходит настройка VoIP, Wi-Fi, локального IP адреса устройства.

Также программой предусмотрено выявление случаев самопроизвольного сброса настроек тестируемых устройств. Для этого, при каждом обнаружении нового устройства происходит чтение его MAC адреса и поиск этого адреса в базе данных. Найденное совпадение говорит о том, что данное устройство уже находится в длительном тестировании, необходимо возобновление его конфигурации и фиксация факта произвольного сброса настроек в журнале событий.

Для более глубокой проверки отказоустойчивости отремонтированных абонентских устройств при длительном тестировании система позволяет обеспечить искусственную нагрузку. В качестве нагрузки выступает модель IP-TV трафика. Пакеты размером 1348 байт пропускаются

через тестируемое устройство по протоколу UDP со скоростью 8,5 Мбит/с, это соответствует IP-TV трафику при воспроизведении видео формата HD. Для передачи пакетов и контроля надежности их доставки создается сокет соединение. Каждый пакет нумеруется при генерации и отправке, порядковый номер записывается в полезной нагрузке. Также ведется счет общего количества принятых пакетов, которое каждый раз сравнивается с номером из полезной нагрузки. Разность данных величин и показывает количество не дошедших пакетов и представляет собой коэффициент потери пакетов IP (IPLR). Для мультисервисных систем этот параметр должен находиться в пределах  $10^{-3}$ – $10^{-5}$  в зависимости от класса трафика в сети [9]. Более длительное тестирование под нагрузкой даст более объективный анализ качества передачи трафика. Потери пакетов могут происходить по разным причинам: неисправность узла ADSL и ухудшение параметров соединения, неисправность узла сетевых интерфейсов, повреждение микросхемы процессора и другие.

Контроль мощности сигнала Wi-Fi осуществляется с помощью отдельного устройства, выступающего в роли сканера сетей. Программа производит периодическое подключение к нему по протоколу Telnet с использованием библиотеки Telnetlib, выполняет сканирование и вывод результатов в терминал с помощью встроенных команд «wl scan» и «wl scanresult». Результаты в текстовом формате анализируются программой и заносятся в базу данных. На основании обновляемых данных о каждом тестируемом устройстве строятся графики изменения уровня мощности сигнала Wi-Fi во времени.

Для контроля параметров ADSL соединения каждого тестируемого устройства производится подключение к мультисервисному модулю доступа DSLAM Huawei SmartAX MA5600 по протоколу Telnet. В терминале модуля DSLAM циклически выполняются следующие команды [10].

1. «display mac-address vlan 116» – вывод таблицы MAC адресов всех активных устройств, установивших ADSL соединение с DSLAM (vlan 116 – предварительно настроенная виртуальная локальная сеть для IP-телефонии).

2. «display line operation board» – вывод параметров всех активных ADSL соединений выбранной сервисной платы.

Полученные данные в результате выполнения команд обрабатываются и заносятся в базу данных. По каждому тестируемому устройству строятся графики изменения основных параметров: уровень сигнал/шум, скорость соединения, исходящего и нисходящего потоков, затухания линии.

Для контроля доступности сетевого интерфейса абонентских устройств на каждое из них автоматически посылаются ICMP запросы (ping). В случае отсутствия ответа производится соответствующая запись в журнале событий.

Тестирование функций IP-телефонии производится после проверки регистрации IAD на сервере телефонии. С помощью библиотеки Python PJSUA2 совершаются автоматические вызовы на тестируемое устройство с контролем определителя номера [11]. После установления соединения программа воспроизводит аудио файл формата .wav, содержащий последовательность импульсов различной частоты, соответствующую DTMF комбинации «0123456789». Принятая на стороне IAD комбинация сравнивается с исходной. Искажение DTMF комбинации говорит о низком качестве канала тональной частоты. В этом случае производится соответствующая запись в журнале событий.

## Заключение

В статье описана работа программы для системы автоматизированного тестирования устройств интегрированного доступа, работающих по технологии ADSL. Приведена структурная схема и алгоритм программы, описаны методы автоматического тестирования функциональных узлов устройств. Разработанная система обладает высоким уровнем автоматизации и обладает свойствами масштабируемости.

## SOFTWARE OF THE SYSTEM OF AUTOMATED TESTING OF INTEGRATED ACCESS DEVICES

A.A. IPATOVICH

**Abstract.** The developed system of automated testing of integrated access devices operating on ADSL technology is considered. Methods of automated testing of functional units if device are described, software tools are given.

*Keywords:* automated testing, integrated access device, ADSL.

### Список литературы

1. Ипатович А.А. // Инфокоммуникации: 57-я научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов. Минск. БУГИР, 2021. С. 86–88.
2. Lutz M. Learning Python: Powerful Object-Oriented Programming. Sebastopol, 2013.
3. Бизли Д. Python. Подробный справочник. Санкт-Петербург, 2010.
4. Гольцман В. MySQL 5.0. Библиотека программиста. Санкт-Петербург, 2010.
5. PyMySQL Documentation. Release 0.7.2. [Электронный ресурс]. URL: <https://readthedocs.org/projects/trio-mysql/downloads/pdf/stable/>.
6. PyQt Python Binding. Tutorials point. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.tutorialspoint.com/pyqt/pyqt\\_tutorial.pdf](https://www.tutorialspoint.com/pyqt/pyqt_tutorial.pdf).
7. Mathukadan V. Selenium with Python. [Электронный ресурс]. URL: <https://selenium-python.readthedocs.io/>.
8. ChromeDriver Documentation. [Электронный ресурс]. URL: <https://chromedriver.chromium.org/>.
9. Средства электросвязи мультисервисных сетей. Основные параметры и характеристики. СТБ 2156–2020. Минск, 2020.
10. SmartAX MA5600 Configuration Information. [Электронный ресурс]. URL: <https://support.huawei.com/enterprise/en/access-network/smartax-ma5600-pid-17957>
11. PJSUA2 Documentation. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.pjsip.org/docs/book-latest/html/>.