

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СЕТЕВЫМИ СЕРВИСАМИ И ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

В статье идет речь о разработке и внедрении системы автоматизации управления услугами локальной сети. Основными направлениями исследований являлось выявление отличительных особенностей администрирования студенческой локальной сети, анализ существующих решений и эффективности их использования. Исследования проводились на примере локальной сети НГУ.

Ключевые слова: локальная сеть, администрирование, SNMP, УИС.

Введение

Локальные сети приобретают все большую популярность и доступность, соответственно, растут их масштабы — количество обслуживаемых пользователей. Для достаточно небольших сетей управление услугами пользователей и их доступом к ресурсам возможно вручную, но при достижении определенных масштабов сети такое управление становится неэффективным, так как требует большой штат администраторов. Поэтому возникает необходимость использования системы, которая упрощает учет пользователей локальной сети и их услуг, а также позволяет полностью или частично автоматизировать процесс настройки сетевого оборудования.

На основании этого, проведены следующие исследования:

- 1) выявлены основные принципы и задачи построения информационной системы по управлению локальной сетью;
- 2) произведен поиск и анализ существующих решений по автоматизации как работы с клиентами, так и администрирования сети;
- 3) на основании этого анализа разработаны пути решения полученных задач (п. 1);
- 4) реализована оригинальная система (с рабочим названием «NetHouse») управления услугами по предоставлению доступа к локальной сети, а также автоматизации администрирования сетевого оборудования на основании данных этих слуг.

Задачи

Задача управления локальной сетью включает в себя множество однотипных задач, которые необходимы для обеспечения работы каждой сети. Но также имеются и характерные особенности для той или иной сети. Рассмотрим наиболее яркие, дополнив их соответствующими требованиями.

- Условия предоставления услуг, в частности доступа к сети, могут зависеть от характера взаимоотношений клиента с организацией. Для некоторых организаций эти взаимоотношения часто меняются и очень важно отслеживать все изменения.
- Идеальный с точки зрения управления, вариант построения сети — это обеспечение однозначного соответствия «порт коммутатора – клиентский компьютер». Но не всегда у провайдера имеется возможность такое соответствие обеспечить. В этом случае может потребоваться более тонкая настройка сетевого оборудования.
- Оборудование, на основе которого построена локальная сеть, может различаться как по функциональности, так и по интерфейсу взаимодействия (администрирования) с ним. На данный момент отсутствуют универсальные системы централизованного управления: каждый из производителей сетевого оборудования предоставляет системы управления и на-

стройки только для производимых им самим устройств, в частности, используя специальные внутренние протоколы. Примерами таких системы могут служить «AlliedWare®Operating System» – программная система компании Allied Telesis, управляющая коммутаторами Allied Telesis¹ или «CiscoWorks LAN Management Solution» от компании Cisco².

- В некоторых сетях, например, построенных в студенческих общежитиях, очень распространена смена характеристик договора с пользователем, а также характеристик оборудования на стороне клиента (характеристика сетевой карты – MAC-адрес). Для корректной работы такой сети необходимо учитывать историю всех изменений, а также, в определенных случаях, производить дополнительные настройки.

- Естественно, не все необходимые ресурсы и сервисы могут быть предоставлены локальной сетью – часть таких ресурсов доступна только в глобальной сети Интернет. Доступ к внешней сети является отдельной услугой (VPN), управляемой биллинговой системой. Необходима возможность интеграции управления этой системой (предоставление и / или сбор данных).

На основании выше изложенных требований был проведен анализ существующих систем, позволяющих автоматизировать процесс работы с пользователями сети, в том числе полностью или частично автоматизировать процесс администрирования сетевого оборудования. Среди существующих систем не было найдено решений, которые бы удовлетворяли всем требованиям:

- одни слишком громоздки и предоставляют абсолютно ненужную функциональность, в то же время не обеспечивая выполнение всех требований. Для существенно более крупных провайдеров, занимающихся не только обычными Ethernet-сетями, но также и Dial-up, ADSL и т. п. услугами, использование таких систем оправдано. Более того, эти системы предназначены именно для таких компаний;

- другие являются внутренними разработками небольших отдельных компаний-провайдеров, занимающихся построением локальных сетей. В большинстве случаев информация об используемых системах не распространяется, так как это внутренние разработки провайдеров и у каждого из них есть свои особенности построения сети и управления оборудованием.

Решение

Для решения вышеописанной задачи было решено более детально изучить принципы и процесс работы как с пользователями (договорами и услугами клиентов), так и с сетевым оборудованием (способы администрирования, типичные задачи настройки и т. п.). На основании этого исследования реализовать оригинальную систему по управлению услугами сети и их отображению на оборудование (т. е. распределению).

Программное решение поставленной задачи реализовано как дополнение к Университетской информационной системе³. Университетская информационная система (УИС) [Адаманский и др., 2006] – обширный проект, разрабатываемый в течение 4 лет в Центре новых информационных технологий Новосибирского государственного университета (ЦНИТ НГУ). Система осуществляет автоматизацию внутренних процессов учебного заведения, а также отвечает за ведение электронного документооборота.

Предлагаемая в качестве решения система состоит из следующих основных компонентов (рис. 1):

- *Service* – подсистема работы с пользователями: обеспечивает управление контрактами и услугами пользователей, как ручное, так и автоматическое;

- *Hardware* – подсистема настройки оборудования: занимается такими задачами, как настройка коммутаторов, получение текущих настроек и их отображение, предоставление возможности ручного управления.

¹ Ранее известными как Allied Telesyn: Allied Telesis, Inc. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.alliedtelesyn.ru/>.

² Cisco Systems, Inc. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cisco.com/>.

³ Университетская информационная система. Презентация УИС для учебных заведений [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://softmotions.com/data/uis-edu/uis_pres.ppt.

Помимо перечисленных выше подсистем, в системе присутствуют и менее обособленные компоненты:

- *Search* – подсистема поиска информации: объединяет данные первых двух подсистем и позволяет осуществлять поиск по этим данным;
- *Report* – подсистема отчетов: является неотъемлемой частью любой системы автоматизации и поддержки.

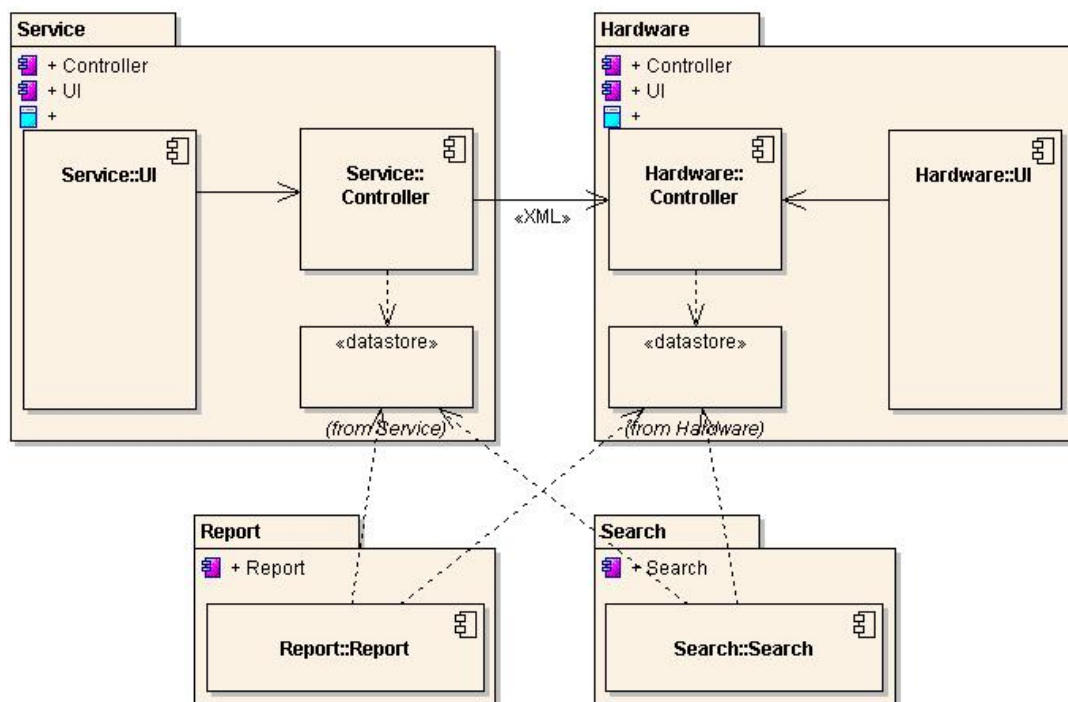


Рис. 1. Структура системы

Рассмотрим более подробно перечисленные подсистемы.

Подсистема управления пользователями

Использование УИС в качестве базиса системы управления позволило решить проблему с определением связей клиента с организацией: менеджер работает с актуальными данными по пользователям. Поэтому основным направлением исследования работы с пользователями сети являлось выделение множества предоставляемых услуг, их характеристик и параметров. Услуги классифицируются по следующим критериям:

- влияние на конфигурацию оборудования. Естественно, услуги по предоставлению доступа к локальной сети непосредственно связаны с настройкой коммутаторов, но также есть услуги, которые явно не влияют на настройки сетевого оборудования;
- периодичность. Большинство услуг – разовые, т. е. работы по ним производятся единожды (например, прокладка кабеля), но также есть и периодические услуги: такие, которые предоставляются на определенный срок, по истечению которого услуга вновь может быть востребована (например, пользование сетью);
- наличие дополнительных работ. Такие услуги, как «Прокладка кабеля», «Обжим коннектора» должны порождать некоторый подотчетный документ, тесно связанный с самой услугой – наряд на работу. Соответственно, необходима возможность управления этими документами.

Классы услуг, на основании вышеописанных критериев, могут пересекаться, поэтому требуется предоставить единый интерфейс, как по настройке услуг, так и по их использованию, независимо от принадлежности услуги тому или иному классу.

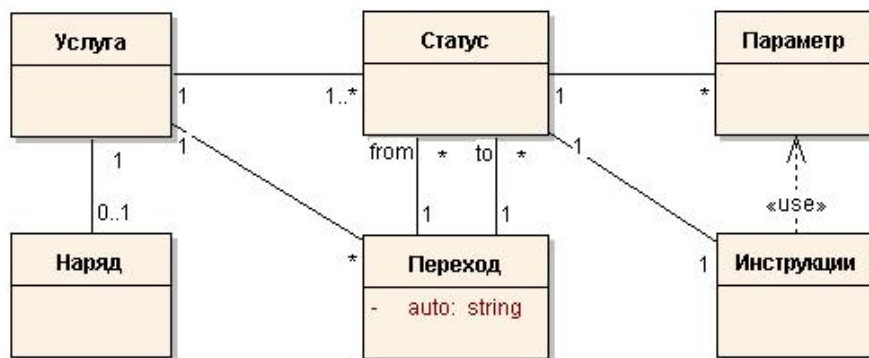


Рис. 2. Модель услуги

Модель услуг представлена на рис. 2:

- каждой услуге сопоставляется множество статусов;
- для статуса определяется набор необходимых параметров и произвольные инструкции, выполняемые при применении данного статуса;
- указываются возможные переходы из одного статуса в другой, в том числе, переходы отмечены как разрешенные для автоматического применения при определенных условиях (включение – при положительном балансе и выключение – при переходе в минус);
- услуга может быть связана с нарядом.

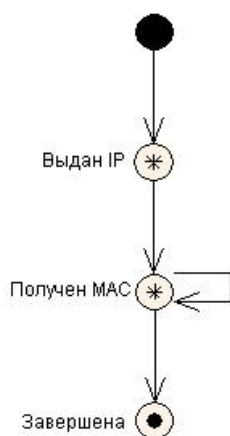


Рис. 3. Подключение ЛС

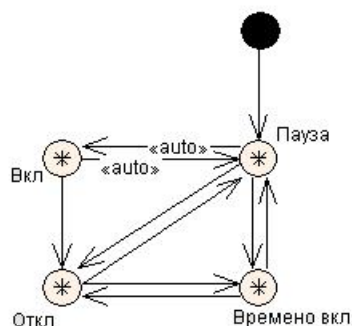


Рис. 4. Пользование сетью

На рис. 3, 4 представлены статусы и переходы между ними для услуг «Подключение ЛС» и «Пользование сетью»:

- символом \bullet обозначены начальные состояния услуг – этим состояниям не приспаны никакие инструкции-действия, этот статус услуга получает сразу после ее подключения к договору;
- символ \circ означает какой-либо статус, из которого возможен переход услуги в другое состояние;
- \odot – состояние услуги, из которого не возможен переход, является финальным состоянием для разовых услуг;
- стрелками указаны возможные переходы между статусами.
- Рассмотрим более детально статусы услуг. На рис. 3 представлены статусы и переходы между ними для услуги «Подключение ЛС».
- «Выдан IP». При переводе услуги в этот статус пользователю выдается IP-адрес из списка свободных адресов.

- «Получен MAC». Этот статус услуги служит для получения от клиента характеристики его компьютера – MAC-адрес.

- «Завершена». Переход услуги в этот статус завершает процесс подключения пользователя к локальной сети: услуга становится активной и на основании данных, сохраненных при предыдущих переходах, клиенту будет предоставляться доступ.

Более сложная система статусов и переходов представлена на рис. 4 – услуга «Пользование сетью»:

- «Пауза». Статус услуги, при котором доступ к локальной сети не предоставляется, но в случае положительного баланса на счету клиента услуга автоматически переключится в другой статус («Вкл»).

- «Вкл». При переходе в этот статус производятся настройки сетевого оборудования для включения пользователю доступа к сети. Если в этом статусе услуги баланс счета становится отрицательным, услуга автоматически переходит в статус «Пауза».

- «Откл». Статус аналогичный статусу «Пауза», но без возможности автоматического включения услуги (используется, например, для прекращения доступа к сети пользователям, нарушившим правила пользования).

- «Временно вкл». Аналогичен статусу «Вкл», но без автоматического выключения.

Из приведенных выше услуг первая является разовой и используется для получения характеристик клиентского оборудования, а вторая – периодическая, она отвечает за настройку коммутаторов на основании данных из первой услуги. Другими словами, эти услуги тесно связаны, т. е. вторая не может быть предоставлена без первой. Поэтому в конфигурацию услуг включаются указания на зависимости между услугами⁴ (рис. 5).

Таким образом, услуга – некоторый конечный автомат, состояниям которого сопоставляются определенные действия над конфигурацией договора (договор, в данном случае – совокупность всех услуг клиента). В терминах таких автоматов мы легко можем описать фактически любую услугу (набор услуг), а заданием частичных порядков на состояниях-статусах различных автоматов мы добиваемся автоматической проверки корректности конфигурации.

Рассмотрим более детально инструкции, выполняемые при переходе услуги из одного статуса в другой:

```

<!-- предоставляет доступ к управлению конкретным договором с пользователем -->
<net-contract id="<идентификатор договора>">
  <!-- управляет связанным с контрактом адресом -->
  <net-address>
    <!-- добавляет на порт коммутатора новый MAC-адрес -->
    <switchboard-port _addStaticMac="<MAC-адрес>" />
  </net-address>
  <!-- изменяем параметры услуги: -->
  <!-- устанавливаем флаг состояния во «вкл» и включаем обработку тарифа по этой услуге -->
  <service id="<идентификатор услуги>"
    state="вкл"
    tariffActive="вкл" />
</net-contract>

```

Пример 1. Инструкции услуги «Дополнительный IP-адрес», статус «Активна»

⁴ На данный момент эти зависимости реализованы частично. В частности, они являются темой дальнейшего исследования бизнес процесса по работе с пользователями и услугами.

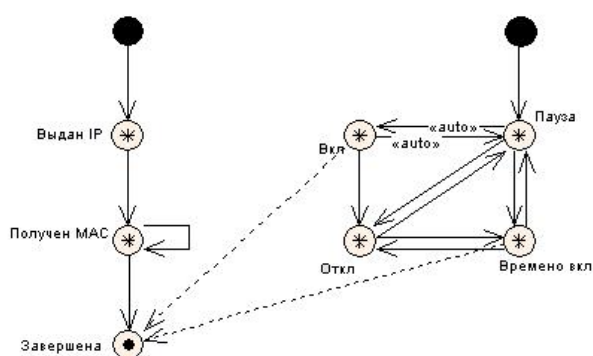


Рис. 5. Зависимости статусов услуг

```

<!-- предоставляет доступ к управлению конкретным договором с пользователем -->
<net-contract id="<идентификатор договора>">
  <!-- изменяем параметры услуги: -->
  <!-- 1. устанавливаем флаг состояния в «выкл» -->
  <!-- 2. выключаем обработку тарифа по этой услуге -->
  <!-- 3. не производим обработку тарифа в момент применения статуса -->
  <service id="<идентификатор услуги>"
    state="выкл"
    tariffActive="выкл"
    _tariffApply="нет">
    <!-- создаем наряд, связанный с услугой -->
    <assignment actor="<исполнитель>"
      open="да"
      successful="нет"
      template="<шаблон печатной формы>"/>
  </service>
</net-contract>

```

Пример 2. Инструкции услуги «Вызов», статус «Подготовлена»

В этих примерах представлены инструкции⁵ двух услуг, относящихся к разным классам: в примере 1 происходит манипуляция списком статических mac-адресов, а в примере 2 не выполняется никаких настроек оборудования, но вместо этого создается подотчетный документ – наряд на выполнение определенной работы. Использование инструкций позволяет сделать систему услуг фактически независимой от управляемых объектов – достаточно реализовать необходимые обработчики инструкций и мы получим возможность управление не только сетевым, но и любым другим оборудованием. Как видно из примеров, в конфигурации услуги задаются не конкретные инструкции для применения, а их шаблон, который предварительно обрабатывается специальной утилитой, что позволяет производить тонкую настройку выполняемых действий.

Подсистема работы с сетевым оборудованием

Локальные сети имеют довольно сложную топологию, состоящую из сетевого оборудования различного уровня. Для корректной работы сети требуются определенные настройки этого оборудования. В результате исследования основных принципов построения и администрирования сетей было выяснено, что для управления доступом пользователей к сети системе необходимо и достаточно производить настройки на ближайших к пользователю управляемых коммутаторах, так как:

- неуправляемые коммутаторы настраивать невозможно, в силу их свойств;
- управляемое сетевое оборудование, расположенное выше по топологии, настраивается администратором единожды – при построении сети, и нет необходимости его перенастраивать.

Таким образом, хранение всей топологии сети не имеет смысла, поэтому в модель сетевого оборудования входят только ближайшие к клиенту управляемые элементы.

На рис. 6 изображена основная часть модели сетевого оборудования.

- «Коммутатор» – хранит информацию и основные настройки для управляемого коммутатора.
- «Порт коммутатора» – для каждого коммутатора имеется конкретный набор портов; является единицей управления.
- «Услуга» – услуга(-и), влияющая на настройки порта.
- «Адрес» – обслуживаемый портом адрес(-а).

Для взаимодействия конфигурации услуг и модели сети используется, как было показано выше, специальный набор XML-инструкций. Более того, чтобы не нагружать излишней

⁵ Идея использования XML-инструкций была заимствована из подсистемы электронного документооборота УИС [Адаманский, 2005]. См. также: Университетская информационная система. Технические подробности [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://softmotions.com/data/uis-edu/uis_description2.pdf

функциональностью интерфейсы по настройке оборудования, часть операций и настроек коммутаторов доступна только через XML-инструкции.

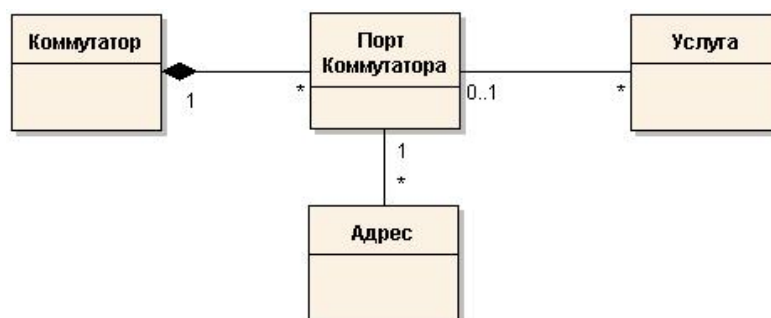


Рис. 6. Модель сети

Представленная выше модель хранит все необходимые настройки коммутаторов, остается самая главная задача: отобразить состояние модели в конфигурацию реального оборудования (включить / выключить порты, добавить / удалить MAC-адреса в список статических MAC-адресов порта и т. п.). Вся трудность этой задачи в том, что оборудование даже одного и того же производителя может существенно отличаться в интерфейсе настройки, не говоря уже об устройствах различных производителей. Для примера можно взять два коммутатора Allied Telesyn: AT-8000S и AT-8326GB. Они оба настраиваются через протокол telnet, но если более новый AT-8000S управляется через интерфейс командной строки, то AT-8326GB использует псевдографический интерфейс, что затрудняет автоматическую настройку.

Для коммутаторов одного производителя задача не так сложна – практически каждый производитель сетевого оборудования выпускает для своего (и только для своего) оборудования также и программные решения, позволяющие ими управлять. Но в случае наличия устройств различных фирм-производителей из-за различия программного API этих решений, задача централизованного управления различным оборудованием становится довольно трудоемкой.

Несмотря на вышеуказанные трудности, процесс настройки оборудования можно определенным образом автоматизировать, используя скриптовые языки. В этом случае решение выглядит следующим образом:

- на основании имеющихся данных система подготавливает набор определенных инструкций в виде текстового файла;
- администратор, используя заранее подготовленные скрипты, модифицирует полученные инструкции в соответствии с индивидуальными особенностями коммутатора;
- на основании модифицированных инструкций производится загрузка конфигурации оборудования.

При данном подходе настройка производится в полуавтоматическом режиме, поэтому получение системой информации о произведенных действиях затруднительно. Более того, сама по себе информация о текущих настройках оборудования не может быть получена, при использовании данного подхода. А эта информация очень важна как для администраторов, так для самой системы: при отсутствии актуальных данных о состоянии коммутаторов и их портов невозможно произвести корректные настройки (в этом случае на время обновления конфигурации будет приостанавливаться доступ к сети у всех клиентов).

В результате более детального изучения способов администрирования сетевого оборудования было выяснено, что стандартный протокол управления сетевыми устройствами, в различной степени поддерживаемый всеми производителями – SNMP (*Simple Network Management Protocol*⁶) – позволяет решить задачу как отображения состояния модели сети

⁶ ipMonitor Support Portal :: SNMP Center. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://support.ipmonitor.com/snmp_center.aspx; SNMP: Simple Network Management Protocol Overview (RFC 1155, 1156, 1157) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.javvin.com/protocolSNMP.html>

на сетевое оборудование, так и получения актуальной информации о состоянии и настройках этого оборудования:

- каждому коммутатору администратором сопоставляется набор SNMP правил, в частности, идентификаторы ветви SNMP дерева конфигурации того или иного параметра;
- на основании этих правил производится чтение текущего состояния, и, соответственно, после этого составляется список изменений в конфигурации оборудования и применяется.

Данное решение используется в подсистеме работы с сетевым оборудованием для взаимодействия с коммутаторами.

Заключение

В данной статье были изложены результаты исследований подходов к построению систем по автоматизации работы с клиентами локальной сети, настройки оборудования. Выявлены основные задачи, возникающие при разработке управляющей информационной системы.

На основании этих исследований были составлены требования к разработке оригинальной системы, а так же рассмотрены различные аспекты как работы с клиентами, так и администрирования сетевого оборудования. В результате разработан программный комплекс по управлению локальной сетью. Описанное программное решение успешно внедрено и на данный момент используется для управления локальной сетью НГУ.

Также можно выделить основные направления дальнейшего исследования и разработки:

- исследование использующейся на данный момент биллинговой системы, интеграция с ней;
- увеличение спектра предоставляемых услуг;
- более строгая настройка зависимостей между услугами;

Список литературы

Адаманский А. В. Архитектура контейнера программных компонент Jaxion. // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Информационные технологии. 2005. Т. 2, вып. 1, С. 88–91.

Адаманский А. В., Денисов А. Л., Кочеев А. А. Опыт автоматизации вуза. Система УИС // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Информационные технологии. 2006. Т. 4, вып. 1, С. 2–6.

Материал поступил в редколлегию 12.05.2009

V. E. Tyutyunkov

CONTROL SYSTEM OF NETWORK SERVICES AND THOSE DISTRIBUTIONS

That paper discusses problems of a LAN services management automation. It also describes technical aspects of development management software and it's integration specific. The main areas of research includes identify the characteristics of the student's local area network administration, analysis of existing solutions and their effective use. The researches were conducted on an example NSU local area network.

Keywords: local network, administration, SNMP, UIS.