КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Поддерживаю .РФ

Как настроить электронную почту в домене .РФ

Игорь Лидин, разработчик, эксперт по вопросам внедрения интернационализированной почты

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Обзор семинара

- Аудитория:
  - ИТ-руководители, выбирающие почтовую инфраструктуру
  - системные администраторы почтовых серверов
- Задачи:
  - Узнать и понять концепции, терминологию, состав технологий электронной почты в национальных доменах .РФ, .SU и других
  - Понять проблемы выбора ПО и развертывания кириллической почты с учетом национальной специфики
  - Узнать об особенностях настройки свободного почтового ПО

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Программа семинара

- Технологии электронной почты
- Особенности кириллической почты
- Internationalized Domain Names
- Email Address Internationalization (EAI)
- ПО для почтовой системы
- Установка на виртуальный сервер

Технология электронной почты

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Email: терминология

- Mail User Agent (MUA): почтовый клиент
  - ПО (обычно на личном устройстве) для пользователя, отправляющего и получающего email
  - Для случая web-почты, MUA — приложение, обеспечивающее интерфейс почтового клиента в браузере.
- Mail Transfer Agent (MTA): почтовый сервер
  - ПО, обычно на сервере, передающее почту пользователя другим почтовым серверам, возможно по цепочке.
- Mail Submission Agent (MSA): сервер отправки почты
  - ПО, обычно на сервере, принимающее почту от MUA для отправки. Обычно MSA — одна из функций почтового сервера MTA.

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Email: терминология

- Mail Delivery Agent (MDA, LDA):
  - ПО, обычно на сервере, получающее от MTA почту и являющееся финальной точкой на пути следования email.
  - Сохраняет почту в файле или базе данных и предоставляет почтовому клиенту MUA возможность получить к ней доступ.
  - Может быть функцией MTA или отдельным серверным приложением

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Email: терминология

- Примеры:
  - MTA/MSA: Postfix, Exim, Sendmail
  - MDA: Dovecot, Courier, Cyrus IMAP, procmail, maildrop
  - MUA: Mozilla Thunderbird, Apple Mail, Microsoft Outlook
  - MUA/Web: Roundcube, интерфейсы Gmail, Яндекс.Почта, Mail.ru
- Протоколы:
  - MTA/MSA: SMTP/ESMTP/LMTP
  - MDA: LMTP, POP3, IMAP
  - MUA: SMTP/ESMTP, POP3, IMAP

Отправитель => ui/web =>

=> MUA => smtp => MSA => MTA => smtp =>

=> MTA => lmtp => MDA => pop3/imap => MUA =>

=> ui/web => Получатель

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Email: определение сервера назначения

- Для отправки почты на user@example.com сервер назначения определяется запросом в DNS.
- Запрашиваются записи (RR) типа MX для имени, из правой части адреса email (example.com).
- Например, записи MX для example.com:
  - MX 10 server1.example.com.
  - MX 10 server2.example.com.
  - MX 20 server3.example.com.
- Число в записи MX — приоритет.

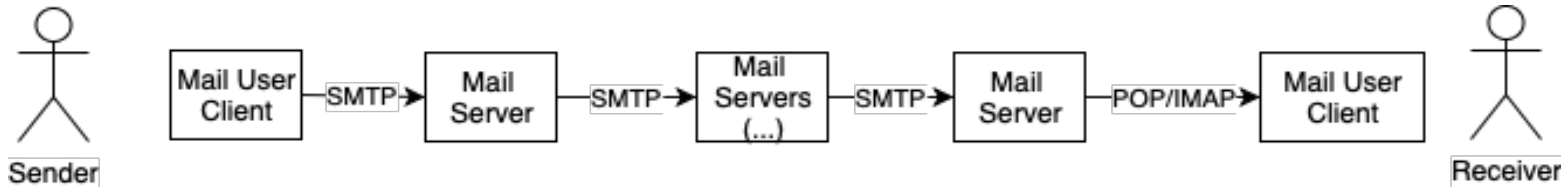
КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Email: определение сервера назначения

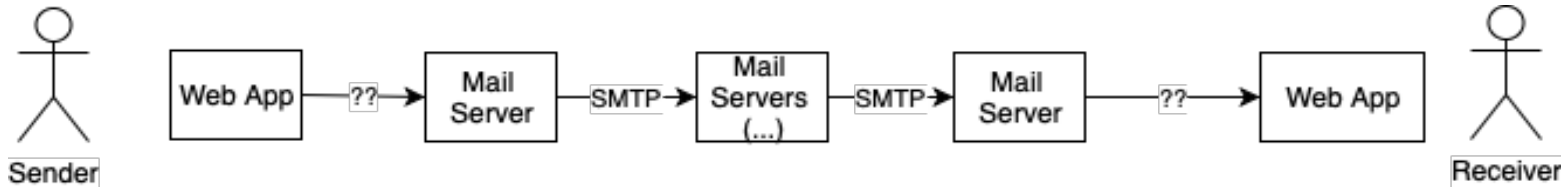
- Например, записи MX для example.com:
  - MX 10 server1.example.com.
  - MX 10 server2.example.com.
  - MX 20 server3.example.com.
- Сначала — попытка отправки через один из серверов server1 или server2: балансировка нагрузки, приоритет одинаковый
- Если не удалось — через server3: приоритет ниже
- Больше число — ниже приоритет
- Также важно правильное конфигурирование записей в обратной зоне для MTA

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Email: путь доставки



Почтовые клиенты на обоих сторонах



Web-почта на обоих сторонах

- Часто — разный тип ПО для MTA у отправителя и получателя: почтовый клиент с одной стороны, web-почта с другой.
- Почтовый клиент может работать на компьютере, ноутбуке, планшете, смартфоне, …
- Каждый участник процесса независимо выбирает тип и состав ПО, окружение, …

Особенности кириллической почты

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Особенности кириллической почты

- Русскоязычная аудитория: использование кириллицы
- Национальные корневые домены IDN: .РФ, .SU, .МОСКВА, .ДЕТИ, .РУС
- Домены IDN второго уровня
- Email обычный: mail@example.com
- Email с поддержкой IDN: mail@поддерживаю.рф
- Email с поддержкой EAI: почта@поддерживаю.рф

IDN: Internationalized Domain Names

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

IDN

- Internationalized Domain Names (IDNs) — этап развития доменных имен: использование в метках символов Uncode
  - изначально только A-Z, 0-9, - (и иногда _)
  - пример: президент.рф
  - не все метки в имени обязаны быть «особенными»: test.президент.рф
- При работе с DNS — ASCII compatible encoding (ACE): алгоритм punycode RFC 3492, префикс xn--
  - президент => d1abbgf6aiiy => xn--d1abbgf6aiiy
  - рф => p1ai => xn--p1ai
  - президент.рф => xn--d1abbgf6aiiy.xn--p1ai

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

IDN

- Протокол работы с доменами IDN — IDN for Applications (IDNA).
  - определяет соглашения и правила работы с доменами IDN
  - сейчас используется IDNA2008 (еще был IDNA2003)
- U-label: представление IDN-метки в Unicode: президент
  - набор разрешенных символов
  - нельзя «--» на второй и третьей позициях
- A-label: представление IDN-метки в Punycode с префиксом: xn--d1abbgf6aiiy

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Юникод

- Unicode Consortium, с 1991 года
- Universal Character Set, UCS: реестр письменных знаков (символов) с присвоением кодов (codepoints), разделенных по областям
- Unicode Transformation Format, UTF: семейство кодировок — способов преобразования кодов знаков для их хранения и передачи
- Normalization (приведение), Collation (упорядочение), и т. п.
- Типичная кодировка при передаче — UTF-8 (Unicode Transformation Format, 8 bit):
  - переменное количество байт на знак;
  - кодирует символы ASCII идентично;
  - золотой стандарт для передачи символов Unicode в протоколах интернет — web, email, etc.

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Юникод

- Особенность: неоднозначность кодирования знака:
  - Й = U+0419
  - Й = И + ˘ = U+0418 U+0306
- Нормализация: приведение к определенному представлению
  - Normalization Form C (NFC): композиция (всё одним кодом)
  - Normalization Form D (NFD): декомпозиция (все с модификаторами)
  - Normalization Form KC, KD (NFKC, NFKD): совместимость (K – compatibility)

Email Address Internationalization (EAI)

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

EAI

- Формат адреса email: localpart@domainname
- Доменное имя может быть именем IDN (содержать U-labels и A-labels)
- **EAI** — *левая* (локальная) часть адреса содержит не-ASCII символы Unicode (UTF-8).
- Примеры:
  - имя@cctld.ru
  - почта@поддерживаю.рф
  - сервис@тестовая-зона.su

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

EAI

- Для Unicode в левой части email:
  - формат почтовых заголовков должен быть изменен для поддержки EAI;
  - почтовые заголовки используются почтовым ПО для получения нужной для доставки email информации.
- Не все почтовые серверы поддерживают EAI:
  - для согласования наличия поддержки требуется специальный протокол.
- Если следующий в цепочке сервер не поддерживает EAI, письмо **возвращается** отправителю:
  - нет поддержки — unable to deliver;
  - downgrade не предусмотрен!

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

EAI: изменение в протоколах

- Обзор: RFC 6530
- SMTP/LMTP: RFC 6531
  - дополнен для поддержки EAI;
  - введен флаг SMTPUTF8 — наличие поддержки EAI;
  - **все** серверы в цепочке **должны** поддерживать EAI для успешной доставки!
- IMAP/POP3: RFC 6855/6856/6857/6858:
  - дополнены для поддержки EAI;
  - введены флаги, индицирующие поддержку EAI;
  - могут обеспечивать частичную поддержку EAI, особым образом преобразуя письма для не-EAI MUA
- Списки рассылки: RFC 6783

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

EAI: изменение в SMTP

- Сервер SMTP:
  - анонсирует поддержку EAI флагом SMTPUTF8 в ответе на команду EHLO;
  - использует UTF-8 в сообщениях протокола;
- Клиент SMTP сообщает о необходимости поддержки EAI в опции SMTPUTF8 команд:
  - MAIL FROM … SMTPUTF8
  - VRFY … SMTPUTF8
  - EXPN SMTPUTF8
- Почтовые заголовки могут иметь UTF-8 в значениях: RFC 6532
- А в теле писем UTF-8 и так уже поддерживается.

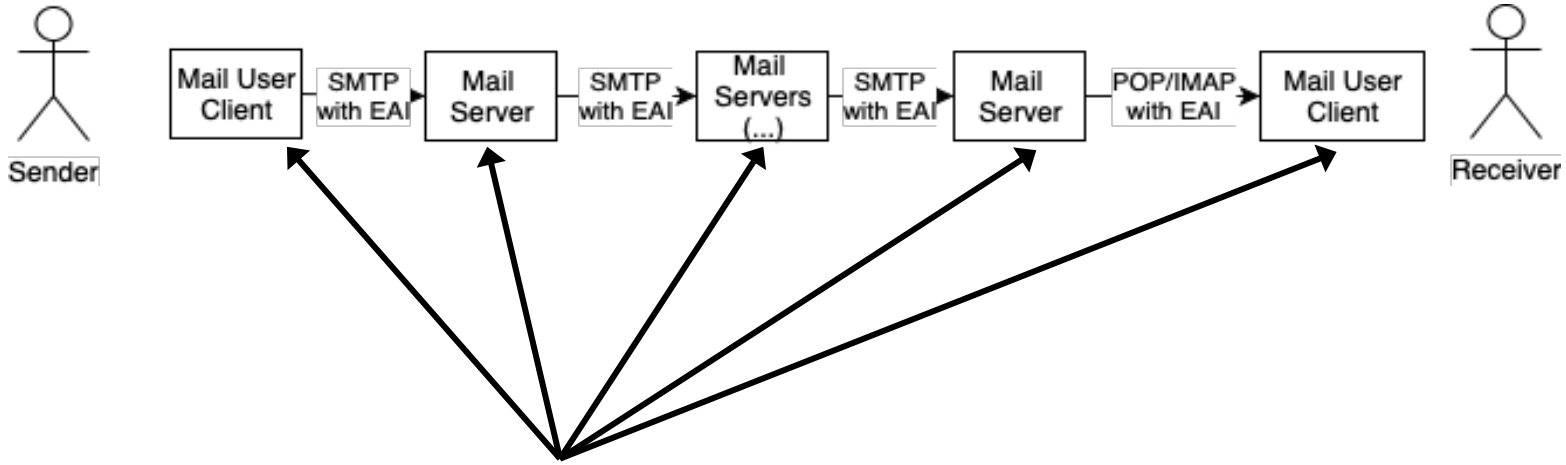
КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

EAI: изменение в SMTP

- Delivery Status Notifications: RFC 6533
  - Расширение DSN — тип адреса utf-8:
    - ORCPT=utf-8;addr
  - В multipart/report — новые media types:
    - message/global-delivery-status
    - message/global
    - message/global-headers

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

EAI: путь доставки



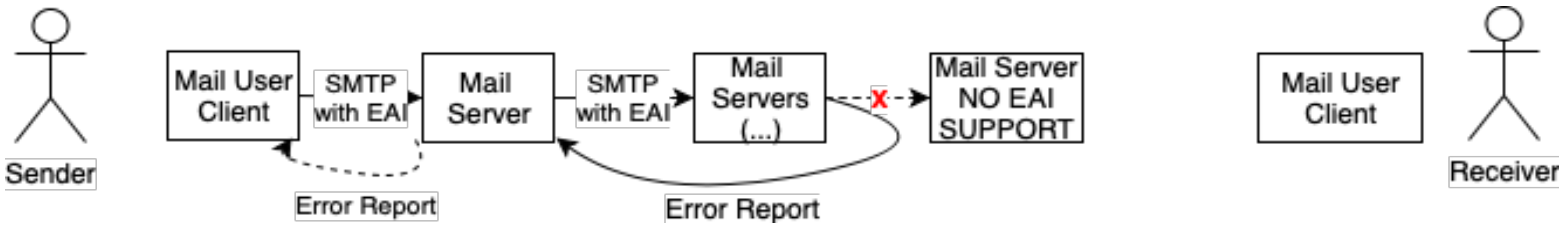
Для отправки и получения почты с поддержкой EAI:

- Все серверы в пути доставки должны обеспечивать поддержку EAI;
- Если какой-либо отдельный сервер в цепочке не поддерживает EAI, письмо не доставляется.

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

EAI: путь доставки

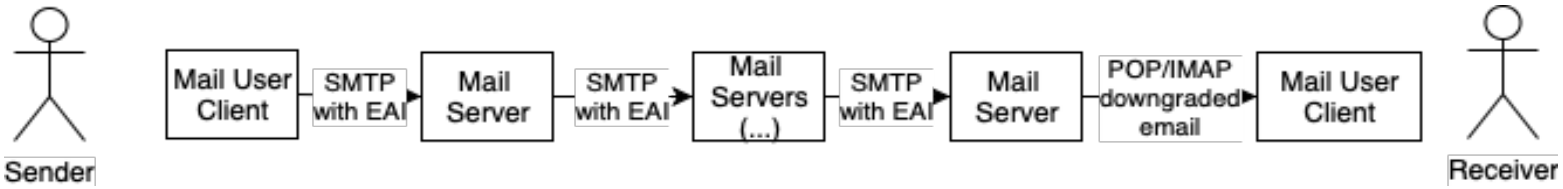
- Что происходит, если какой-либо почтовый сервер SMTP в пути не поддерживает EAI?
  - последний в цепочке из имеющих поддержку сервер:
    - направляет отправителю отчет о недоставке;
    - удаляет письмо.
  - так же, как в случае, когда адрес получателя не существует.



КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

EAI: путь доставки

- Что происходит, если почтовый клиент получателя (IMAP/POP) не поддерживает EAI?
  - если сервер IMAP/POP «умеет» downgrade:
    - предлагает клиенту письмо в downgraded виде (RFC 6857)
    - заменяет локальную часть адресов EAI на не-EAI значения.
  - если сервер IMAP/POP «не умеет» downgrade:
    - должен отправить отчет о недоставке…
    - но не всегда может это сделать.



КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Регистр в адресах EAI

- Для обычных адресов регистр в левой части приводится к lowercase.
- Для адресов EAI это, вообще говоря, не так:
  - адрес@домен.рф
  - Адрес@домен.рф
  - АДРЕС@ДОМЕН.РФ
- Почта на адрес EAI в другом регистре может быть не доставлена:
  - процесс изменения регистра в UNICODE нетривиальный;
  - требуется использование специальной библиотеки и интеграция ее в сервер;
  - либо система управления аккаунтами должна приводить адреса к каноническому регистру (lowercase).

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Сравнение адресов EAI

- Символы UNICODE могут быть представлены в UTF-8 разными способами (акценты):
  - лучши**й**@домен.рф
- При сравнении адресов необходима нормализация:
  - процесс нормализации в UNICODE нетривиальный;
  - требуется использование специальной библиотеки и интеграция ее в сервер;
  - либо система управления аккаунтами должна приводить адреса к канонической форме (NFKC?).

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Сравнение адресов EAI

- Адреса EAI в доменах IDN имеют несколько представлений:
  - адрес@домен.рф
  - адрес@xn--d1acufc.xn--p1ai
  - адрес@xn--d1acufc.рф (!)
  - адрес@домен.xn--p1ai (!!!)
- В процессе доставки в пути представление может измениться полностью или частично!
- Принимающий MTA должен понимать все варианты представления домена и принимать для них почту!
  - Postfix:
    - mydestination = $alabel.tld, $ulabel.tld

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Однородность MX

- Если у домена несколько MX, все должны поддерживать EAI и анонсировать SMTPUTF8
- Любой из MX может быть выбран для доставки сообщения.

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Списки рассылки

- RFC 6783: Mailing Lists and Non-ASCII Addresses
- Подписчики могут иметь адреса с EAI и без EAI
- Почтовые системы подписчиков могут поддерживать EAI, а могут не поддерживать
- Сервер почтовой рассылки должен корректно взаимодействовать со всеми.

ПО для почтовой системы

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

ПО для почтовой системы

- Облачные сервисы для своего домена
- Коммерческие продукты «все-в-одном»
- Продукты «все-в-одном» на основе открытого ПО
- Сборка из набора компонентов открытого ПО

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

ПО для почтовой системы

- Облачные сервисы для своего домена:
  - Яндекс 360 для бизнеса
  - VK WorkMail (VK WorkSpace), ex. Mail.ru для бизнеса
  - Тут могли бы быть Google Workspace и Microsoft 365/Outlook…
- Сервисы динамично развиваются; IDN — да, EAI — нет
- Оплата по подписке (250 — 1500₽/мес/пользователь)
- Широкие дополнительные возможности:
  - управление базой пользователей
  - календарь, задачи, адресная книга
  - хранение и обмен файлами
  - рассылки
  - мессенджер, конференции
  - мобильные приложения

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

ПО для почтовой системы

- Коммерческие продукты все-в-одном:
  - CommuniGate Pro (EAI — да)
  - VK WorkMail на своих серверах
  - МойОфис Почта 2
  - Тут могли бы быть Microsoft Exchange Server, Synology Mail, множество продуктов для Windows
- Оплата по подписке; «разовый платеж» — скрытая подписка
- Дополнительные возможности:
  - интеграция с базой пользователей предприятия
  - интеграция с антивирусом и антиспамом
  - календарь, задачи, адресная книга
  - рассылки
  - мессенджер, конференции

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

ПО для почтовой системы

- Продукты «все-в-одном» на основе открытого ПО:
  - Mailu.io (бесплатный)
  - Zimbra (opensource и платная версия)
  - Poste.io (платный, ограниченная free-версия)
  - iRedMail.org (платный, ограниченная free-версия)
  - Docker-mailserver, etc

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

ПО для почтовой системы

- Компоненты почтовой системы из открытого ПО:
  - Postfix, Exim, Courier Mail Server
  - Dovecot, Courier IMAP Server, Cyrus IMAP
  - Roundcube, Snappymail, Rainloop
  - Amavis, Rspamd
  - Spamassassin, ClamAV, OpenDKIM, OpenSPF
  - OpenLDAP, PostgreSQL, MySQL/MariaDB

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

ПО для почтовой системы

- «Самый правильный» базовый набор (смотрим на состав Mailu):
  - Postfix
  - Dovecot
  - Roundcube
- Как вариант, вместо Postfix — Exim
- Как вариант, вместо Dovecot — Courier IMAP (поддержка EAI)
- Фильтрация: Rspamd или Amavis или даже Proxmox Mail Gateway
- OpenLDAP, PostgreSQL (или MariaDB)

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

ПО для почтовой системы

- Включение EAI (анонса SMTPUTF8) в MTA:
  - Postfix:
    - main.cf: smtputf8_enable = yes
  - Exim:
    - smtputf8_advertise_hosts = *
  - Courier Mail Server:
    - по умолчанию

Установка на виртуальную машину

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Установка на виртуалку

- Debian 11
  - DNS: доменное-имя.рф + обратная зона
  - IDN: xn--gtbdaqueeage2s.xn--p1ai
  - Email: тест@доменное-имя.рф
  - /etc/hostname, /etc/hosts
- Пакеты
  - ufw — базовый firewall
  - postfix — MTA; выбираем internet-site
  - courier-imap — MDA
  - courier-authlib-userdb — база пользователей в файле
  - roundcube roundcube-sqlite3 — Web MUA

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Установка на виртуалку

- Пользователь и группа
  - # adduser --uid 500 --group --system --shell /bin/false --disabled-password --home /srv/mail --gecos “virtual mail” vmail
- Файрволл
  - # ufw allow 22/tcp comment ssh
  - # ufw allow 3333/tcp comment ssh
  - # ufw allow 25/tcp comment smtp
  - # ufw allow 993/tcp comment imaps
  - # ufw allow 80/tcp comment http
  - # ufw allow 443/tcp comment https
  - # ufw enable

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Установка на виртуалку

- Аутентификация IMAP через userdb (файл с настройками):
  - /etc/courier/authdaemonrc
    - authmodulelist="authuserdb”
    - daemons=1
    - DEBUG_LOGIN=2
    - # systemctl restart courier-authdaemon
    - # chmod 0700 userdb; userdb && userdbpw; makeuserdb

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Установка на виртуалку

- Автоматическое создание Maildir для новых пользователей:
  - /etc/courier/imapd
    - AUTH_MKHOMEDIR_SKEL=/etc/courier/skel
    - # mkdir -p /etc/courier/skel/{cur,new,tmp}
    - # chown -R courier:courier /etc/courier/skel
    - # chmod -R 0700 /etc/courier/skel
    - # systemctl restart courier-{imap,imap-ssl}

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Установка на виртуалку

- Аутентификация SMTP через IMAP:
  - /etc/postfix/sasl/smtpd.conf:
    - pwcheck_method: authdaemond
    - mech_list: PLAIN LOGIN
    - authdaemond_path: /run/courier/authdaemon/socket
    - systemctl restart postfix
  - /etc/postfix/main.cf:
    - smtpd_sasl_auth_enable = yes
    - smtpd_sasl_security_options = noanonymous
    - smtpd_tls_auth_only = yes

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Установка на виртуалку

- Виртуальный почтовый домен в Postfix:
  - /etc/postfix/main.cf:
    - mydestination =
    - mynetworks =
    - home_mailbox = Maildir/
    - virtual_mailbox_base = /srv/mail
    - virtual_mailbox_domains = /etc/postfix/vhost
    - virtual_mailbox_maps = hash:/etc/postfix/vmailbox
    - virtual_alias_maps = hash:/etc/postfix/virtual
    - virtual_uid_maps = static:500
    - virtual_gid_maps = static:500
    - # postmap /etc/{vhost, vmailbox, virtual}

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Установка на виртуалку

- Подготовим кодированную строку с логином и паролем
  - # echo -ne '\000тест@доменное-имя.рф\000ntcn' | openssl base64
  - ANGC0LXRgdGCQNC00L7QvNC10L3QvdC+0LUt0LjQvNGPLtGA0YQA bnRjbg==
- Проверяем аутентификацию SMTP:
  - # telnet localhost 25
  - EHLO localhost (есть флаг SMTPUTF8)
  - AUTH PLAIN …
- Проверяем аутентификацию IMAP:
  - # telnet localhost 143 (есть флаг UTF8=ACCEPT)
  - a AUTHENTICATE PLAIN
  - …

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Установка на виртуалку

- Проверяем доставку почты:
  - письмо из другой почтовой системы на тест@доменное-имя.рф
  - посмотрим на структуру полученного сообщения:
    - UTF-8 в заголовках
    - Флаг UTF8SMTP[SA] в Received

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Установка на виртуалку

- RoundCube: Web MUA
  - https://доменное-имя.рф/roundcube/
- Пакеты
  - roundcube
  - roundcube-sqlite3
  - apache2 (есть варианты под nginx/php-fpm, lighttpd, etc)
- Соглашаемся с конфигурацией БД через dbconfig:
  - /var/lib/dbconfig-common/sqlite3/roundcube/roundcube
- Ссылка на каталог установки roundcube в DocumentRoot:
  - # ln -sf /var/lib/roundcube /var/www/html/roundcube
  - # a2enmod ssl rewrite headers; a2ensite default-ssl
  - # systemctl restart apache2

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Установка на виртуалку

- /etc/roundcube/config.inc.php:
  - $config['default_host'] = 'localhost’;
  - $config['default_port'] = 143;
  - $config['smtp_server'] = 'localhost';
  - $config['smtp_port'] = 25;
  - $config['smtp_user'] = '%u’;
  - $config['smtp_pass'] = '%p';

Информация и заключение

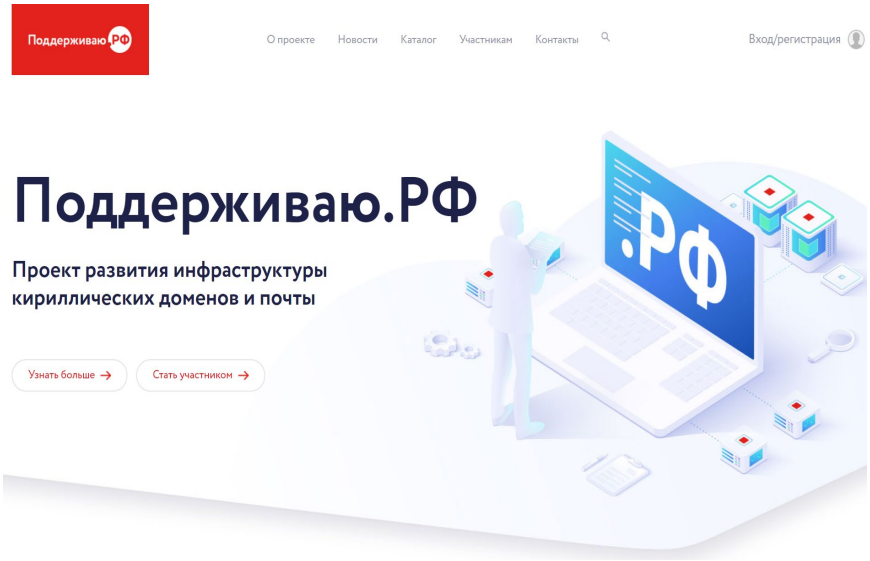
КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

RFC о EAI

- Klensin, J. and Y. Ko, "Overview and Framework for Internationalized Email", RFC 6530, DOI 10.17487/RFC6530, February 2012, <https://www.rfc-editor.org/info/rfc6530>.
- Yao, J. and W. Mao, "SMTP Extension for Internationalized Email", RFC 6531, DOI 10.17487/RFC6531, February 2012, <https://www.rfc-editor.org/info/rfc6531>.
- Yang, A., Steele, S., and N. Freed, "Internationalized Email Headers", RFC 6532, DOI 10.17487/RFC6532, February 2012, <https://www.rfc-editor.org/info/rfc6532>.
- Hansen, T., Ed., Newman, C., and A. Melnikov, "Internationalized Delivery Status and Disposition Notifications", RFC 6533, DOI 10.17487/RFC6533, February 2012, <https://www.rfc-editor.org/info/rfc6533>.
- Levine, J. and R. Gellens, "Mailing Lists and Non-ASCII Addresses", RFC 6783, DOI 10.17487/RFC6783, November 2012, <https://www.rfc-editor.org/info/rfc6783>.
- Resnick, P., Ed., Newman, C., Ed., and S. Shen, Ed., "IMAP Support for UTF-8", RFC 6855, DOI 10.17487/RFC6855, March 2013, <https://www.rfc-editor.org/info/rfc6855>.
- Gellens, R., Newman, C., Yao, J., and K. Fujiwara, "Post Office Protocol Version 3 (POP3) Support for UTF-8", RFC 6856, DOI 10.17487/RFC6856, March 2013, <https://www.rfc-editor.org/info/rfc6856>.
- Fujiwara, K., "Post-Delivery Message Downgrading for Internationalized Email Messages", RFC 6857, DOI 10.17487/RFC6857, March 2013, <https://www.rfc-editor.org/info/rfc6857>.
- Gulbrandsen, A., "Simplified POP and IMAP Downgrading for Internationalized Email", RFC 6858, DOI 10.17487/RFC6858, March 2013, <https://www.rfc-editor.org/info/rfc6858>.

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Техническая поддержка



https://поддерживаю.рф/

- Документация по IDN/EAI
- Обучающий курс (+ тест)
- Записи тренингов
- Онлайн-тест на поддержку EAI
- Каталог ПО и библиотек со статусом поддержки IDN/EAI
- Отслеживание ошибок в ПО
- Система сертификации ПО
- Тестовый почтовый стенд

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Дополнительные материалы

https://поддерживаю.рф/участникам/документация

- Рекомендации по поддержке кириллических доменных имен и email адресов в доменной зоне .РФ
- Рекомендации для системного администратора по построению сервиса электронной почты с поддержкой интернационализированных (кириллических) адресов
- Рекомендации по присвоению имен интернационализированных адресов электронной почты
- База знаний по внедрению универсального принятия интернационализированных доменных имен и email адресов

https://вики.поддерживаю.рф/

- Инструкция по установке EAI почтового сервера под ОС Debian 11 amd64

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Тестовый стенд

REG.RU

Поддерживаю РФ

Тестовый стенд на базе почтового ПО с открытым исходным кодом и полной поддержкой работы с кириллической электронной почтой. Почтовые адреса выделяются по запросу, только на время тестирования.

Получите тестовые адреса электронной почты на кириллице:

https://поддерживаю.рф/участникам/тестовые-e-mail-адреса/

Отправьте запрос с адреса электронной почты, который вы использовали для регистрации на семинар.

КООРДИНАЦИОННЫЙ ЦЕНТР ДОМЕНОВ .RU/.РФ

Поддерживаю .РФ

Спасибо за участие!

Подробнее на сайте

Поддерживаю.РФ

cctld.ru | кц.рф

.RU .РФ