



Общество с ограниченной ответственностью «Ребрейн»
ИНН 7727409582, ОГРН 1197746106161
Адрес: 123056, город Москва, Большая Грузинская ул, д. 36а стр. 5а, офис 13

Утверждено
Приказом № ПР-1 от 17.06.2025 г.

Генеральный директор

Фролкина Е.А.

«17» июня 2025 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
– ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

**«БАЛАНСИРОВКА НАГРУЗКИ И ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
HAPROXY»**

Срок реализации: 1 месяц
Количество часов: 48 акад. ч.
Форма обучения: заочная форма
Формат обучения: с применением
исключительно дистанционных технологий
Возраст обучающихся: для лиц старше 17
лет, имеющих или получающих среднее
профессиональное и (или) высшее
образование

Москва, 2025 г.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Настоящая дополнительная профессиональная программа – программа повышения квалификации «Балансировка нагрузки и отказоустойчивость с использованием HAProxy» (далее – Программа) разработана в соответствии с:

- Федеральным законом от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказом Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Постановлением Правительства РФ от 11.10.2023 № 1678 «Об утверждении Правил применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- Профессиональным стандартом 06.026 «Системный администратор информационно-коммуникационных систем», утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 26.10.2020 года № 60580;
- ФГОС высшего образования – бакалавриат по направлению 09.03.02 Информационные системы и технологии, утв. приказом Минобрнауки России от 19.09.2017 №926;
- Локальными нормативными актами ООО «Ребрейн».

В данной программе учтены основные идеи формирования универсальных учебных действий учащихся и соблюдена преемственность с программами высшего и/или среднего профессионального образования.

Направленность программы: Программа имеет техническую направленность.

Адресат:

- Системные администраторы и DevOps-инженеры – специалисты, чья инфраструктура требует балансировки нагрузки, отказоустойчивости и высокой доступности.
- Инженеры высоконагруженных систем – те, кто работает с критически важными сервисами и заинтересован в повышении отказоустойчивости и производительности.
- Программисты – специалисты, желающие ознакомиться с инструментами Linux/DevOps для управления нагрузкой и стабильностью приложений.

Требования к входным знаниям обучающегося:

Участники должны обладать базовыми знаниями работы с Linux, понимать сетевые протоколы (TCP/IP, HTTP/HTTPS), иметь опыт работы с веб-серверами и базовыми инструментами мониторинга. Желателен минимальный опыт администрирования сервисов и понимание принципов работы клиент-серверных приложений.

Актуальность реализации:

Современные IT-инфраструктуры требуют высокой доступности сервисов и устойчивости к нагрузкам. Балансировка трафика и отказоустойчивость становятся критически важными для обеспечения бесперебойной работы веб-приложений, сервисов и корпоративных систем. HAProxy позволяет эффективно распределять нагрузку между серверами, обеспечивать резервирование и контролировать доступ, что делает программу особенно актуальной для специалистов, работающих с высоконагруженными системами.

Отличительные особенности программы:

Практическая направленность с упором на настройку HAProxy в реальных сценариях эксплуатации, включая SSL, кэширование и мониторинг.

Комплексное освоение инструментов для балансировки нагрузки и обеспечения отказоустойчивости, позволяющее применять полученные навыки к различным типам инфраструктур: от веб-сервисов до критически важных систем.

Объем и срок освоения программы: 48 академ. ч. в течение 1 мес.

Доступ к материалам Программы у обучающихся остаётся и после окончания периода обучения. Это позволяет повторять изученный материал в удобное время, восполнять пробелы в знаниях, а также возвращаться к практическим заданиям при решении рабочих задач. Такой формат способствует более глубокому закреплению навыков и поддерживает профессиональное развитие выпускников даже после завершения обучения.

Выдаваемый документ о квалификации: удостоверение о повышении квалификации и/или сертификат об успешном освоении программы.

Цели и задачи программы:

Цели программы:

- Сформировать у слушателей системное понимание принципов балансировки нагрузки и обеспечения отказоустойчивости.
- Научить эффективно использовать возможности HAProxy для повышения производительности и стабильности IT-инфраструктуры.
- Подготовить специалистов, способных внедрять и сопровождать HAProxy в высоконагруженных и критически важных системах.

Программа направлена на решение следующих основных задач:

Обучающие:

- познакомить слушателей с архитектурой и возможностями HAProxy;
- освоить настройку различных типов балансировки, SSL, кэширования, логирования и мониторинга.

Развивающие:

- развить навыки проектирования отказоустойчивых решений и применения best practices при работе с высоконагруженными системами.

Воспитательные:

- сформировать ответственное отношение к обеспечению надежности и безопасности инфраструктуры, культуру работы с критически важными сервисами.

Планируемые результаты:

Знания:

- принципы балансировки нагрузки на уровнях TCP/UDP и HTTP;
- алгоритмы балансировки (Roundrobin, Source и др.), их особенности и применение;
- методы проверки доступности сервисов (health checks);
- основы обеспечения отказоустойчивости с помощью Keepalived;
- механизмы контроля доступа (ACL, whitelists) и их роль в безопасности;
- возможности мониторинга и логирования в HAProxy.

Умения:

- устанавливать и настраивать HAProxy для различных сценариев балансировки;

- проектировать конфигурации с учётом требований отказоустойчивости и производительности;
- интегрировать SSL-сертификаты в HAProxy для защиты трафика;
- применять средства мониторинга и логирования для анализа работы балансировщика;
- использовать ACL и списки доступа для управления правилами маршрутизации и безопасностью.

Навыки:

- практическая настройка балансировки на основе HAProxy для высоконагруженных систем;
- организация проверки состояния сервисов и своевременного переключения нагрузки;
- реализация схемы высокой доступности с использованием Keepalived;
- администрирование HAProxy в продакшн-среде: от отладки до мониторинга;
- обеспечение стабильной работы инфраструктуры при росте нагрузки.

Перечень профессиональных компетенций, на получение которых направлено обучение:

На основе профстандарта 06.026 «Системный администратор информационно-коммуникационных систем»:

- В/02.5 Обеспечение работы технических и программных средств информационно-коммуникационных систем;
- С/05.6 Выполнение обновления программного обеспечения сетевых устройств информационно-коммуникационных систем;
- С/08.6 Планирование и проведение работ по распределению нагрузки между имеющимися ресурсами, снятию нагрузки на сетевые устройства информационно-коммуникационных систем перед проведением регламентных работ, восстановлению штатной схемы работы в случае сбоев.

Таким образом, в результате освоения программы у обучающихся формируются следующие профессиональные компетенции:

- ОПК-5. Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем;
- ОПК-6. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в области информационных систем и технологий;
- ОПК-7. Способен осуществлять выбор платформ и инструментальных программно-аппаратных средств для реализации информационных систем.

Организационно-педагогические условия реализации программы дополнительного профессионального образования

Язык реализации образовательной программы: обучение проводится на русском языке.

Форма обучения: заочная форма.

Особенности реализации программы: программа реализуется с использованием электронного обучения и исключительно дистанционных образовательных технологий.

Условия набора: на обучение принимаются все желающие лица, оплатившие обучение и заключившие договор об образовании. Обучение проходит в индивидуальном формате без

формирования учебных групп. Обучающийся самостоятельно определяет время освоения Программы.

Формы проведения занятий:

- занятия в текстовом формате;
- практическая работа;
- самостоятельная работа с литературой;
- индивидуальные вопросы.

Материально-техническое оснащение

Материальное обеспечение программы

Занятия проводятся в системе дистанционного обучения «Rebrain». Каждый обучающийся и педагог оснащены доступом к системе дистанционного обучения: <https://rebrainme.com/>.

У педагога дополнительного профессионального образования имеется необходимое оборудование средства для реализации программы: ноутбук с подключением к интернету, программное обеспечение.

Методическое обеспечение программы

Программа обеспечена:

- учебно-методическими материалами (текстовые занятия, полезными материалами);
- практическими заданиями.

Кадровое обеспечение:

К реализации программы в качестве педагогов дополнительного образования допускаются лица:

1) отвечающее одному из требований:

а) имеющее высшее образование или среднее профессиональное образование в рамках укрупненных групп специальностей и направлений подготовки высшего образования и специальностей среднего профессионального образования «Образование и педагогические науки»;

б) имеющее высшее образование либо среднее профессиональное образование в рамках иных укрупненных групп специальностей и направлений подготовки высшего образования и специальностей среднего профессионального образования при условии его соответствия дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе, реализуемой ООО «Ребрейн», и получение при необходимости дополнительного профессионального образования педагогической направленности;

в) успешно прошедшее промежуточной аттестации не менее чем за два года обучения по образовательным программам высшего образования по специальностям и направлениям подготовки, соответствующей направленности дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе;

2) не имеющее ограничений на занятие педагогической деятельностью, установленных законодательством Российской Федерации;

3) прошедшее обязательный предварительный (при поступлении на работу) и периодические медицинские осмотры (обследования), а также внеочередные медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Реализация Программы также возможна лицами, привлекаемыми на условиях гражданско-правового договора в соответствии с действующим законодательством РФ.

2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/ п	Наименование модуля	Количество часов			Формы контроля / аттестация
		Всего	Теория	Практика	
1	Модуль 1 “Онбординг”	1	0,5	0,5	Входное тестирование
2	Модуль 2 “НАProху”	40	15	25	Практическое задание
3	Итоговая аттестация	7		7	Итоговое практическое задание

3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Наименование модуля	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя
1	Модуль 1 “Онбординг”	1			
2	Модуль 2 “НАProху”	12	13	13	2
3	Итоговая аттестация				7 А

4. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Модуль 1. Онбординг

Теория 0,5 академ. ч. Практика 0,5 академ. ч.

Модуль состоит из следующих тем:

Тема 1: Онбординг

В модуле обучающемуся предоставляется вводный конспект, содержащий общую информацию о программе, структуре курса, форматах взаимодействия с материалами и ожидаемых результатах обучения.

Предусмотрено прохождение входного тестирования, включающего 7 вопросов, направленных на закрепление информации из онбординга. В рамках темы обучающийся выполняет задание по целеполаганию: формулирует свою цель прохождения программы, указывает желаемые навыки по окончании обучения, а также оценивает текущий уровень своих знаний, выбрав один из предложенных вариантов.

Модуль 2. НАProху

Теория 15 академ. ч. Практика 25 академ. ч.

Модуль состоит из следующих тем:

Тема 1: Введение в НАProху

Содержание: Что такое НАProху. Базовая конфигурация НАProху. Архитектура НАProху. Варианты установки НАProху. Практическое задание.

Тема 2: Что такое балансировка

Содержание: Что такое балансировка. Применение балансировки. Разделение на front-end/back-end. Балансировка tcp/udp. Практическое задание.

Тема 3: Типы и виды балансировок

Содержание: Типы балансировки (аппаратная, программная, виртуальная). Виды балансировки (Round robin). Практическое задание.

Тема 4: Проверки состояния работоспособности сервисов

Содержание: что такое health checks. Роль и виды health checks в haproxy, варианты их настроек. Что такое weights. Weights в haproxy. Практическое задание.

Тема 5: Контроль доступа при HTTP

Содержание: Контроль и виды доступа в haproxy. ACL. Auth. Headers. Whitelists. Практическое задание.

Тема 6: Работа с cookies и кэширование HTTP

Содержание: что такое cookies и их типы. Параметры cookie. Как настроить cookies в HAProxy. Что такое cache. Функционирование cache. Как настроить кэширование в HAProxy. Практическое задание.

Тема 7: Работа с SSL

Содержание: что такое SSL. Что такое SSL-сертификат. Что такое SSL termination traffic. Создать самоподписной SSL-сертификат. Как настроить SSL termination traffic на HAProxy. Практическое задание.

Тема 8: DRP HAProxy

Содержание: Архитектура haproxy. Что такое DRP. Типы VRRP. Инструменты кластеризации haproxy. Практическое задание.

Тема 9: Балансировка на клиенте

Содержание: Немного о MySQL. Поддерживаемые платформы MySQL. SQL vs MySQL vs PostgreSQL. Виды проверок MySQL на HAProxy. Практическое задание.

Тема 10: Мониторинг haproxy

Содержание: немного про мониторинг. Подходы к комплексному мониторингу. Что такое HAProxy stats. Информация о фронтенде. Информация о бэкенде. Как работает алертинг HAProxy. Как настроить алертинг в HAProxy. Практическое задание.

Тема 11: Логирование haproxy

Содержание: Зачем нужно логирование. Типы логов и уровни логирования. Концепты логирования. HAProxy logs. HAProxy exporters. Практическое задание.

Модуль направлен на формирование у обучающихся базовых и продвинутых навыков работы с HAProxy. Каждая тема модуля включает текстовое занятие с теоретическим материалом и пошаговыми инструкциями, после изучения которого предлагается практическое задание. Практические задания рассчитаны на 1-2 академических часа. Выполнение заданий предполагает отправку решения на проверку через личный кабинет обучающегося. Критерии оценки прописаны в описании к каждому заданию. В случае корректного выполнения выставляется зачёт. Если работа содержит ошибки, задание возвращается на доработку. При повторной неудачной попытке (после двух доработок) обучающийся получает «незачёт».

Итоговая аттестация.

Блок посвящён выполнению финального практического задания без предварительного теоретического блока.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Программа обеспечена системой дистанционного обучения <https://rebrainme.com/>.

Педагогические технологии:

- технология дифференцированного обучения;
- технология разноуровневого обучения;
- технология развивающего обучения;
- технология проблемного обучения;
- технология дистанционного обучения.

Методы обучения:

- словесный, наглядный практический;
- объяснительно – иллюстративный;
- частично-поисковый, исследовательский проблемный;
- игровой, дискуссионный.

Электронно-библиотечные ресурсы и системы, информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU.
2. Собственные учебные материалы [Электронный ресурс]:
<https://rebrainme.com/courses/haproxy>
3. Официальная документация HAProxy [Электронный ресурс]:
<https://www.haproxy.com/documentation/haproxy-configuration-manual/latest/>
4. Официальная документация MySQL [Электронный ресурс]:
<https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/>

6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Оценочные материалы:

Для отслеживания результатов освоения программы среди слушателей проводится текущий контроль и итоговое оценивание.

Текущий контроль

Осуществление текущего контроля проводится после занятий в виде написания практических заданий или тестирований. Тематика и условия выполнения практических заданий расписаны в личном кабинете обучающегося в СДО. Педагог проверяет решение и принимает решение о принятии решения (зачет), о необходимости доработать решение или о незачете. Если промежуточный контроль представлен в виде тестирования, подсчет верных ответов и выставление оценки «зачёт» и «незачёт» происходят в автоматическом режиме в СДО.

Тема 2: Что такое балансировка

Задание

В данном задании вам предоставляется доступ к машине, на которой предустановлен haproxy и развернуты 2 веб-сервера на портах 80 и 8080
Файл конфигурации haproxy находится по пути `/etc/haproxy/haproxy.cfg`

Вам необходимо настроить haproxy следующим образом:

1. Конфиг haproxy должен содержать 2 фронта с именами `rebrain_front_1` и `rebrain_front_2`

2. Конфиг haproxy должен содержать 2 бэкенда с именами rebrain_back_80 и rebrain_back_8080
3. Фронтенд rebrain_front_1 должен соответствовать следующим условиям:
 - Прослушивать порт 443
 - Работать в режиме tcp
 - backend по умолчанию: rebrain_back_80
4. Фронтенд rebrain_front_2 должен соответствовать следующим условиям:
 - Прослушивать порт 442
 - Работать в режиме http
 - backend по умолчанию: rebrain_back_8080

[...]

Тема 9: Балансировка на клиенте

Задание:

В данном задании вам предоставляется доступ к виртуальной машине, на которой предустановлен haproxy и развернут веб сервер. Вам необходимо установить базу данных MariaDB с помощью команды `sudo apt install mariadb-server`

И добавить пользователя базы данных с именем haproxy для использования в health-check. Haproxy необходимо настроить следующим образом:

1. Конфиг должен содержать 1 фронтенд front_sql, удовлетворяющий следующим условиям:
 - Прослушивать порт 80
 - Работать в режиме tcp
 - backend по умолчанию rebrain_sql
2. Конфиг должен содержать 1 бэкенд rebrain_sql, удовлетворяющий следующим условиям:
 - Режим балансировки roundrobin
 - Активирована опция mysql-check с именем пользователя haproxy
 - Перенаправлять трафик на 2 сервера с именами rebrain_db_1 и rebrain_db_2
3. Сервера rebrain_db_1 и rebrain_db_2 должны удовлетворять следующим условиям:
 - Перенаправлять трафик по адресу 127.0.0.1:777
 - Health-check порта 3306
 - Интервал между проверками 2 секунды
 - Количество неудачных проверок перед падением сервера 2
 - Количество успешных проверок перед поднятием сервера 1
 - Максимальное количество соединений 500

Итоговое оценивание

В конце программы обучающиеся сдают итоговую аттестацию.

Задание

Правила выполнения:

1. Время создания окружения занимает до 5 минут.
2. После нажатия кнопки «Начать выполнение» для вас будет создана виртуальная машина с Ubuntu Linux и выдан логин и пароль для доступа по SSH. Вы так же можете подключаться к созданной инфраструктуре при помощи ssh ключа, если предварительно добавили его в профиле в разделе "Доступ к инфраструктуре"

3. Также вам могут быть выданы переменные, которые в задании указаны в фигурных скобках. Их надо будет подставить при выполнении задания (например, `${base_domain}`).
4. После выполнения всех пунктов задания нажмите кнопку «Проверить выполнение», и в течение ближайших 3-5 минут скрипт проверит выполнение всех условий и выставит вам оценку.
5. В случае, если вы что-то забыли, можно исправить ошибки и отправить на проверку повторно (нажав кнопку "Проверить выполнение").
6. После получения удовлетворительной оценки нажмите кнопку "Завершить задание", чтобы созданное окружение уничтожилось и вы могли приступить к следующему заданию.
7. Если у вас закончилось время (истек таймер) - окружение будет автоматически уничтожено и вам придется начать выполнение заново.
8. Также, если вы успешно сдали задание, но у вас остались вопросы - вы всегда сможете задать их ментору после проверки (используя кнопку "Задать вопрос ментору") или в чате в любое удобное для вас время. Обращаем внимание - менторы проверяют вопросы в течение 24 часов.

Здравствуйтесь, пришло время прохождения финального задания! Для его прохождения вам предстоит использовать знания, полученные в предыдущих заданиях. Не будем долго тянуть, к делу.

На каждой виртуальной машине развернуты веб-сервера в docker контейнерах

Для запуска используйте команды

- `sudo docker start php-server`
- `sudo docker start php-server2`
- `sudo docker start php-server3`

Для остановки используйте команды

- `sudo docker stop php-server`
- `sudo docker stop php-server2`
- `sudo docker stop php-server3`

Для отправки задания на автопроверку все контейнеры должны быть запущены.

Вам необходимо настроить 2 виртуальные машины: одну MASTER, другую BACKUP, настроить между ними взаимодействие с помощью keepalived. На каждой машине развернуто 3 сервера на портах 80, 81 и 82 и база данных MySQL. В папке `src` находится код веб серверов. Обработываются обращения по путям `/lk.php`, `/api.php` и `/`. Вам необходимо сделать следующее:

Настроить haproxy на каждой машине следующим образом:

1. Создать самоподписной сертификат `rebrain.pem`, содержащий сертификат и приватный ключ, и расположить его по пути `/etc/haproxy/rebrain.pem`
2. Конфиг должен содержать `cache rebrain_cache`, который должен быть настроен следующим образом:
 - Максимальный размер памяти 128
 - Максимальный размер объекта 10000
 - Максимальное время жизни 30
3. Конфиг должен содержать 2 фроненда `rebrain_front` и `front_sql`

[...]

Результаты текущего контроля и итогового оценивания отображаются в личном кабинете слушателя в системе дистанционного обучения <https://rebrainme.com/>.

По результатам сдачи текущего контроля, промежуточного контроля и итогового оценивания педагог даёт обратную связь слушателям, отмечает их сильные стороны и обращает внимание на зоны для развития. При необходимости педагог может повторить пройденные темы со слушателями, если установлен факт плохого закрепления и усвоения темы у слушателей.