



Общество с ограниченной ответственностью «Ребреин»

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
«РАСПРЕДЕЛЁННЫЕ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ: ВНЕДРЕНИЕ И
УПРАВЛЕНИЕ СЕРН»**

Срок реализации: 1 месяц

Количество часов: 52 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 «Распределённые системы хранения данных: внедрение и управление Serph» (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 «Ребреин».

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 инженеры по хранению данных**, ответственные за создание и поддержку больших, масштабируемых и отказоустойчивых систем хранения данных.
- **DevOps-инженеры и Cloud-инженеры**, строящие частные или гибридные облака (например, на базе OpenStack), где требуется надёжное распределённое хранилище.
- **Архитекторы IT-инфраструктуры**, проектирующие сложные системы и ищущие универсальное решение для объектного, блочного и файлового хранения.

Требования к входным знаниям обучающегося:

Для успешного освоения курса рекомендуется иметь опыт работы с Linux, базовые навыки администрирования серверов и понимание принципов сетевой инфраструктуры. Знание контейнеризации, виртуализации или облачных платформ будет преимуществом.

Актуальность реализации:

С ростом объёмов данных и требованиями к отказоустойчивости, масштабируемости и высокой доступности хранилищ, использование распределённых систем хранения, таких как Serph, становится необходимостью для современных IT-инфраструктур. Serph обеспечивает блочный, объектный и файловый доступ к данным, легко интегрируется с контейнерными платформами и поддерживает управление в больших кластерах, что делает его актуальным инструментом для DevOps, системных администраторов и специалистов по инфраструктуре.

Отличительные особенности программы:

- Практическая направленность: студенты работают с полноценным кластером Ceph, включая настройку, администрирование и мониторинг.
- Комплексный охват технологий: CephFS, RBD, объектное хранилище, распределение по ЦОД, интеграция с Kubernetes, резервное копирование и логирование.
- Решение реальных кейсов: разбор проблем, производительность и лучшие практики эксплуатации Ceph.

Объем и срок освоения программы: 52 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:

Сформировать у слушателей комплексные знания и практические навыки по внедрению, администрированию и оптимизации распределённых систем хранения данных на базе Ceph для обеспечения отказоустойчивости, масштабируемости и высокой производительности корпоративной инфраструктуры.

Программа направлена на решение следующих основных задач:

Обучающие:

- Ознакомить с архитектурой и ключевыми компонентами Ceph.
- Научить устанавливать, настраивать и администрировать кластеры Ceph.
- Показать возможности интеграции Ceph с Kubernetes, OpenStack и другими системами.
- Разобрать практики мониторинга, логирования, резервного копирования и обеспечения производительности Ceph.

Развивающие:

- Развить умение проектировать распределённые хранилища с учётом требований к отказоустойчивости и масштабируемости.
- Сформировать навыки анализа и устранения проблем в работе Ceph.
- Отработать навыки применения лучших практик при эксплуатации систем хранения данных.

Воспитательные:

- Сформировать ответственное отношение к управлению критически важной инфраструктурой.
- Развить культуру командной работы и взаимодействия при сопровождении крупных распределённых систем.
- Поддерживать стремление к постоянному профессиональному развитию в области современных технологий хранения данных.

Планируемые результаты:

Знания:

- архитектуру и основные компоненты Ceph (OSD, MON, MDS, RGW и др.);
- принципы работы блочного, файлового и объектного доступа в Ceph;
- методы обеспечения отказоустойчивости и масштабируемости в распределённых системах хранения;
- лучшие практики по администрированию, мониторингу и резервному копированию Ceph;
- способы интеграции Ceph с Kubernetes, OpenStack и другими облачными платформами.

Умения:

- устанавливать и конфигурировать кластеры Ceph с нуля;
- управлять пулом ресурсов, квотами и политиками репликации;
- диагностировать и устранять сбои и проблемы производительности в Ceph;
- использовать инструменты мониторинга и логирования для анализа состояния системы;
- внедрять Ceph в частные и гибридные облака.

Навыки:

- практическая работа с Ceph на уровне администратора и архитектора инфраструктуры;
- настройка интеграции Ceph с Kubernetes (Rook, CSI-драйверы) и OpenStack;
- оптимизация производительности Ceph в условиях высоких нагрузок;
- применение подходов по обеспечению отказоустойчивости и резервированию данных;
- эксплуатация Ceph в составе комплексной ИТ-инфраструктуры.

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 “Серф”	43	15	28	Практическое задание
3	Итоговая аттестация	8		8	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 “Серф”	12	13	13	5
3	Итоговая аттестация				8 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. Ceph

Теория 15 академ. ч. Практика 28 академ. ч.

Модуль состоит из следующих тем:

Тема 1: Введение в Ceph

Содержание: Что такое Ceph? История хранения данных. SAN vs NAS. Object Storage. Программные решения для хранения. Гиперконвергенция. Live coding: подготовка нод Ceph и их настройка. Практическое задание.

Тема 2: Разбор компонентов кластера

Содержание: все понятия Ceph. Placement groups (группы размещения). Алгоритм CRUSH. Pool. OSD. Мониторы. Дополнительные компоненты Ceph. Практическое задание.

Тема 3: Возможности Ceph и блочный доступ

Содержание: Возможности Ceph. Разные типы хранения. Блочный доступ. Live coding: выдача RBD. Практическое задание.

Тема 4: CephFS и объектное хранилище

Содержание: CEPHFS vs NAS. Объектное хранилище. CEPH in BigData. Live coding: создание CephFS и настройка клиента. Практическое задание.

Тема 5: Структура хранения и администрирование хранилища

Содержание: Пулы и иерархия. PG: расчет. Аутентификация и авторизация. Administration tool. High Availability: обзор. Практическое задание.

Тема 6: Распределение по ЦОД

Содержание: RBD mirror. RGW. Практика: RADOS gateway. Практическое задание.

Тема 7: Проблемы и их решения в Ceph

Содержание: падение дискового устройства. Технические флаги. Каскадный сбой. Переполнение. Scrubbing. Обновление. Life Coding: замена диска на новую ноду, вывод OSD и работа с монитором. Практическое задание.

Тема 8: Лучшие практики Ceph

Содержание: Установка. Настройка. Авария. Работа. Практическое задание.

Тема 9: Производительность Ceph

Содержание: как измерить производительность. Тюнинг. Live coding: замер производительности и тюнинг. Практическое задание.

Тема 10: Интеграция с Kubernetes и мониторинг Ceph

Содержание: Ceph + K8S. Обзор контейнерных технологий. Monitoring. Prometheus (Ceph dashboard). Live coding: создание rbd image, подключение к Prometheus и импорт дашборда в Grafana. Практическое задание.

Тема 11: Резервное копирование и логирование

Содержание: Ceph Logs. Ceph for Backup. Backup Ceph. Live Coding: настройка уровней логирования и снапшоты motion-серверов. Практическое задание.

Модуль направлен на формирование у обучающихся базовых и продвинутых навыков работы с **Ceph**. 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: <https://rebrainme.com/courses/ceph>
3. Официальная документация Ceph [Электронный ресурс]: <https://docs.ceph.com/en/quincy/>
4. Ceph: полезные команды [Электронный ресурс]: <https://sidmid.ru/ceph-полезные-команды>
5. Статья «Эксплуатация Ceph: что такое Scrub и как им управлять» [Электронный ресурс]: <https://habr.com/ru/company/southbridge/blog/536884/>
6. Статья «Эксплуатация Ceph: флаги для управления восстановлением и перемещением данных» [Электронный ресурс]: <https://habr.com/ru/company/southbridge/blog/534912/>
7. Rook Best Practices for Running Ceph on Kubernetes [Электронный ресурс]: <https://documentation.suse.com/sbp/all/html/SBP-rook-ceph-kubernetes/index.html>

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: Разбор компонентов кластера

Задание

Установите кластер CEPH на трех машинах. OSD и MON должны быть на одних и тех же узлах.

1. На первой машине создайте ключ (ssh-keygen) и разошлите на остальные машины (ssh-copy-id root@ceph1 && ssh-copy-id root@ceph2 && ssh-copy-id root@ceph3).
2. Поставьте ceph-common на первый узел.
3. Поставьте CEPH через cephadm bootstrap.
4. Скопируйте ключ CEPH на остальные машины.
5. Добавьте в кластер узлы и добавьте label узлов (mon, mgr).
6. Сконфигурируйте сеть кластера.
7. Запустите мониторы (mon, mgr).
8. Добавьте диски узлов в кластер.

В связи с техническими ограничениями автоматическое создание ceph кластера требует время. Пожалуйста, проявите терпение.

Тема 6: Распределение по ЦОД

Задание

Создайте RGW и выдайте bucket через s3.

Для этого Вам предстоит выполнить следующие действия:

1. Поднимите RGW realm=ceph.local, rgw-zone=ceph.local, все остальное defaults, машины для размещения шлюзов — ceph1 и ceph2.
 - создайте реалм;
 - создайте одну зону;
 - создайте одну группу;
 - коммит изменений и разворот шлюзов;
2. Создайте пользователя test, скопируйте блок с его УЗ на клиентскую машину в файл /root/answer.

Формат:

```
"user": "test",  
"access_key": "84UL8EYOSWXXAAOIQ23J",  
"secret_key": "mCglxWpeMFCIoJekSngO0HjheHVduQTH5sHCQfoO"
```

3. На клиенте установите необходимый софт (awscli boto boto3 через pip install).
4. Под рутом сконфигурируйте клиент, используя полученные от кластера ключи с профилем ceph (--profile=ceph).
5. Под рутом проверьте настройки и доступ к гейтвею. Если все работает, создайте бакет test.

6. Создайте файл testfile, запишите в него строку "S3 is Working". Скопируйте файл в бакет test.

Итоговое оценивание

В конце программы обучающиеся сдают итоговую аттестацию.

Описание:

Надо починить ceph-кластер, который поломался на предприятии, и тем самым восстановить работу рабочей базы.

Ваш напарник не нашел ничего лучше, чем "застопорить кластер" для сохранения данных. К счастью вы недавно подготовили новый OSD-узел, но не вводили его в работу.

Необходимо восстановить работоспособность кластера, а затем подготовить S3-бакет для работы с файлами.

Дано:

- 3 машины с поднятым кластером Ceph. На ceph3 поврежден диск.
- Заранее подготовленный OSD-узел ceph4.
- Машина клиента client.

Задание

1. В кластере Ceph на мастер-узле проверить флаг паузы и снять его.

Восстановить работу кластера:

- Подготовить машину ceph4 к вводу в кластер;
- Добавить на ceph4 ssh-ключ;
- Добавить в кластер хост ceph4;
- Добавить диск ceph4 в кластер;
- Найти сбойный диск и удалить его из crushmap и с osd и соответствующий демон.

Проверить, что кластер заработал.

Поднять RGW realm=ceph.local rgw-zone=ceph.local все остальное defaults (radosgw-admin).

Машины для размещения шлюзов: ceph1 и ceph2.

[...]

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.