



Общество с ограниченной ответственностью «Ребреин»

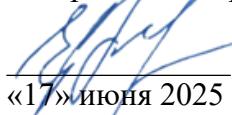
ИНН 7727409582, ОГРН 1197746106161

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 Серх» (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 ИТ-инфраструктуры**, проектирующие сложные системы и ищащие 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 Серх, становится необходимостью для современных ИТ-инфраструктур. Серх 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.
- Поддержать 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 инсталлировать 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 «Ребреин», 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 “Сепх”	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 “Сепх”	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 под 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 автоматическим решиме 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 времени. 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 серф-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 Серф. На серф3 поврежден диск.
- Заранее подготовленный OSD-узел серф4.
- Машина клиента client.

Задание

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

Восстановить работу кластера:

- Подготовить машину серф4 к вводу в кластер;
- Добавить на серф4 ssh-ключ;
- Добавить в кластер хост серф4;
- Добавить диск серф4 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: серф1 и серф2.

[...]

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.