

**Образовательное частное учреждение  
дополнительного профессионального образования  
«Центр компьютерного обучения «Специалист.Ру»  
Учебно-научного центра при МГТУ им. Н.Э. Баумана»  
(ОЧУ «Специалист.Ру»)**

123317, город Москва, Пресненская набережная, д. 8, строение 1, этаж 48, помещение  
484с, комната 4,  
ИНН 7701345493, ОГРН 1037701927031

---

Утверждаю:

Директор ОЧУ «Специалист.Ру»



О.В.Пичугина/

2018\_\_ года

**Дополнительная профессиональная программа  
повышения квалификации  
«М10971ВС: Хранилища и высокая доступность на  
Windows Server 2012 R2/ 2016»**

Программа разработана в соответствии с приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. N 499 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам".

Повышение квалификации слушателей, осуществляемое в соответствии с программой, проводится с использованием модульного принципа построения учебного плана с применением различных образовательных технологий, в том числе дистанционных образовательных технологий и электронного обучения в соответствии с законодательством об образовании.

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации, разработана образовательной организацией в соответствии с законодательством Российской Федерации, включает все модули, указанные в учебном плане.

Содержание оценочных и методических материалов определяется образовательной организацией самостоятельно с учетом положений законодательства об образовании Российской Федерации.

Структура дополнительной профессиональной программы соответствует требованиям Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденного приказом Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. N 499.

Объем дополнительной профессиональной программы вне зависимости от применяемых образовательных технологий, должен быть не менее 16 академических часов. Сроки ее освоения определяются образовательной организацией самостоятельно.

Формы обучения слушателей (очная, очно-заочная, заочная) определяются образовательной организацией самостоятельно.

К освоению дополнительных профессиональных программ допускаются:

- лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование;
- лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

Для определения структуры дополнительной профессиональной программы и трудоемкости ее освоения может применяться система зачетных единиц. Количество зачетных единиц по дополнительной профессиональной программе устанавливается организацией.

Образовательная деятельность слушателей предусматривает следующие виды учебных занятий и учебных работ: лекции, практические и семинарские занятия, лабораторные работы, круглые столы, мастер-классы, мастерские, деловые игры, ролевые игры, тренинги, семинары по обмену опытом, выездные занятия, консультации, выполнение аттестационной, дипломной, проектной работы и другие виды учебных занятий и учебных работ, определенные учебным планом.

**Аннотация.** Слушатели получают знания и навыки, необходимые для построения топологии традиционных систем хранения (DAS, NAS, SAN), а также новых технологий Storage Spaces, многоуровневого хранилища и дедупликации данных, расширения функциональности для протоколов обмена NFS и SMB в Windows Server 2012 R2. В курсе особое внимание уделено темам высокой доступности и аварийного восстановления, живой миграции, миграции хранилищ и репликации Hyper-V хостов, а также отказоустойчивому кластеру и кластеризации Hyper-V. Курс также рассматривает работу с System Center 2012 R2 Virtual Machine Manager, работу с фабрикой и построение частного облака. Курс предназначен для ИТ-специалистов, работающих в корпоративной среде, отвечающих за системы хранения и решающих вопросы высокой доступности и виртуализации. Курс будет интересен для специалистов, готовящих переход в облачную инфраструктуру и слушателей, планирующих сдать экзамен по смежным направлениям.

## 1. Цель программы:

В результате прохождения обучения слушатель должен приобрести все необходимые знания и навыки, необходимые для построения топологии традиционных систем хранения (DAS, NAS, SAN), а также новых технологий Storage Spaces, многоуровневого хранилища и дедупликации данных, расширения функциональности для протоколов обмена NFS и SMB в Windows Server 2012 R2.

### 1.1. Планируемый результат обучения:

Лица, успешно освоившие программу, должны овладеть следующими компетенциями:

#### Совершенствуемые компетенции

№	Компетенция	Направление подготовки ФГОС ВО ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ 09.03.02 «ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ» (УРОВЕНЬ БАКАЛАВРИАТА)
		Код компетенции
1	способностью участвовать в работах по доводке и освоению информационных технологий в ходе внедрения и эксплуатации информационных систем	ПК-15
2	способностью к инсталляции, отладке программных и настройке технических средств для ввода информационных систем в опытную и промышленную эксплуатацию	ПК-28
3	способностью поддерживать работоспособность информационных систем и технологий в заданных функциональных характеристиках и соответствии критериям качества	ПК-30
4	способностью обеспечивать безопасность и целостность данных информационных систем и технологий	ПК-31
5	способностью адаптировать приложения к изменяющимся условиям функционирования	ПК-32
6	способностью выбирать и оценивать способ реализации информационных систем и устройств (программно-, аппаратно- или программно-аппаратно-) для решения поставленной задачи	ПК-37

Совершенствуемые компетенции в соответствии с трудовыми функциями профессионального стандарта «РУКОВОДИТЕЛЬ ПРОЕКТОВ В ОБЛАСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ», утвержденного приказом Минтруда и социальной защиты РФ от 18 ноября 2014 г. N 893н

№	Компетенция	Направление подготовки
		ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ «Руководитель проектов в области информационных технологий»

		<p>Утвержден приказом Минтруда России от 18.11.2014 N 893н» (Зарегистрировано в Минюсте России 09.12.2014 N 35117)</p> <p>Наименование вида ПД: Менеджмент проектов в области информационных технологий (ИТ)</p>
		Трудовые функции (код)
1	Управление проектами в области ИТ на основе полученных планов проектов в условиях, когда проект не выходит за пределы утвержденных параметров	<p>A/01.6 Идентификация конфигурации информационной системы (ИС) в соответствии с полученным планом</p> <p>A/02.6 Ведение отчетности по статусу конфигурации ИС в соответствии с полученным планом</p> <p>A/03.6 Аудит конфигураций ИС в соответствии с полученным планом</p> <p>A/13.6 Сбор информации для инициации проекта в соответствии с полученным заданием</p> <p>A/14.6 Планирование проекта в соответствии с полученным заданием</p> <p>A/15.6 Организация исполнения работ проекта в соответствии с полученным планом</p> <p>A/16.6 Мониторинг и управление работами проекта в соответствии с установленными регламентами</p> <p>A/17.6 Общее управление изменениями в проектах в соответствии с полученным заданием</p> <p>A/18.6 Завершение проекта в соответствии с полученным заданием</p> <p>A/19.6 Подготовка к выбору поставщиков в проектах в области ИТ в соответствии с полученным заданием</p> <p>A/20.6 Исполнение закупок в ИТ-проектах в соответствии с полученным заданием</p> <p>A/21.6 Обеспечение качества в проектах в области ИТ в соответствии с установленными регламентами</p> <p>A/22.6 Организация приемо-сдаточных испытаний (валидация) в проектах малого и среднего уровня сложности в области ИТ в соответствии с установленными регламентами</p> <p>A/23.6 Организация выполнения работ по выявлению требований в соответствии с полученным планом</p> <p>A/24.6 Организация выполнения работ по анализу требований в соответствии с полученным планом</p> <p>A/25.6 Согласование требований в соответствии с полученными планами</p> <p>A/26.6 Реализация мер по неразглашению информации, полученной от заказчика</p> <p>A/27.6 Идентификация заинтересованных сторон проекта в области ИТ в соответствии с полученным заданием</p> <p>A/28.6 Распространение информации в проектах в области ИТ в соответствии с полученным заданием</p>

## 1.2. Планируемые результаты обучения

### После окончания обучения Слушатель будет знать:

- Основы и компоненты технологии хранения
- Реализация хранилищ и дедупликации данных
- Высокая доступность в Windows Server
- Внедрение отказоустойчивого кластера
- Управление ролями сервера и ресурсами кластера
- Реализация отказоустойчивого кластера с Hyper-V
- Управление инфраструктурой хранения с помощью Virtual Machine Manager
- Облачное хранилище и высокая доступность
- Реализация кластеров балансировки сетевой нагрузки

### После окончания обучения Слушатель будет уметь:

- Управлять и настраивать безопасность дисков и томов в Windows Server 2012 R2
- Описать технологии хранения в Windows Server 2012 R2
- Реализовать и управлять дисковыми пространствами и дедупликацией данных
- Описать технологии высокой доступности и аварийного восстановления с виртуальных машин Hyper-V и высокой доступности с отказоустойчивыми кластерами в Windows Server 2012
- Планировать и внедрять отказоустойчивый кластер
- Описать управление ролями сервера и кластеризацию ресурсов
- Внедрять и управлять виртуальными машинами с помощью Hyper-V в отказоустойчивом кластере
- Описывать использование System Center 2012 R2
- Virtual Machine Manager для управления инфраструктурой хранилищ
- Описать облачное хранилище и решения высокой доступности
- Планировать и внедрять кластер балансировки сетевой нагрузки (NLB)

**Категория слушателей:** для ИТ-специалистов, работающих в корпоративной среде, отвечающих за системы хранения и решающих вопросы высокой доступности и виртуализации. Курс будет интересен для специалистов, готовящих переход в облачную инфраструктуру и слушателей, планирующих сдать экзамен по смежным направлениям.

### Требования к предварительной подготовке:

- Понимание современных концепций и технологий хранения
- Знания и опыт работы с клиентскими и серверными ОС Windows
- Основы сетей
- Опыт работы с Windows Server 2008 или Windows Server 2012.
-

## 2. Учебный план:

**Срок обучения:** 48 академических часов, в том числе 32 с преподавателем аудиторных).

**Самостоятельные занятия:** предусмотрены (16 час.).

**Форма обучения:** очная, очно-заочная, заочная. По желанию слушателя форма обучения может быть изменена и/или дополнена.

**Режим занятий:** дневной, вечерний, группы выходного дня.

### Содержание курса:

№	Тема	Академ.часов
1	Основы и компоненты технологии хранения	4
2	Реализация хранилищ и дедупликации данных	3
3	Высокая доступность в Windows Server	4
4	Внедрение отказоустойчивого кластера	3
5	Управление ролями сервера и ресурсами кластера	3
6	Реализация отказоустойчивого кластера с Hyper-V	4
7	Управление инфраструктурой хранения с помощью Virtual Machine Manager	3
8	Облачное хранилище и высокая доступность	4
9	Реализация кластеров балансировки сетевой нагрузки	4
<b>Итого очное обучение в группе с преподавателем:</b>		<b>32</b>
<b>Самостоятельных занятий в аудитории центра (бесплатно):</b>		<b>16</b>

№ п/п	Наименование модулей по программе	Общая трудоемкость (акад. часов)	В том числе аудиторных			СРС
			Всего	Лекций	Практических занятий	
1	Модуль 1. Основы и компоненты технологии хранения	4	4	4	2	0
2	Модуль 2. Реализация хранилищ и дедупликации данных	5	3	1	2	2
3	Модуль 3. Высокая доступность в Windows Server	6	4	2	2	2
4	Модуль 4. Внедрение отказоустойчивого кластера	5	3	1	2	2
5	Модуль 5. Управление ролями сервера и ресурсами кластера	5	3	1	2	2
6	Модуль 6. Реализация отказоустойчивого кластера с Hyper-V	6	4	2	2	2
7	Модуль 7. Управление инфраструктурой хранения с помощью Virtual Machine Manager	5	3	1	2	2
8	Модуль 8. Облачное хранилище и высокая доступность	6	4	2	2	2
9	Модуль 9. Реализация кластеров балансировки сетевой нагрузки	6	4	2	2	2
	<b>Итого:</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>

	Итоговая аттестация		Выполнение задания
--	---------------------	--	--------------------

Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

### 1. Календарный учебный график

Календарный учебный график формируется при осуществлении обучения в течение всего календарного года. По мере набора групп слушателей по программе составляется календарный график, учитывающий объемы лекций, практики, самоподготовки, выезды на объекты.

Неделя обучения	1	2	3	4	5	6	7	Итого часов
	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс	
1 неделя	4	4	0	-	-	-	-	8
СРС	1	1	2	-	-	-	-	4
2 неделя	4	4	0	-	-	-	-	8
СРС	1	1	2	-	-	-	-	4
3 неделя	4	4	0	-	-	-	-	8
СРС	1	1	2	-	-	-	-	4
4 неделя	4	2	2ИА	-	-	-	-	8
СРС	1	1	2	-	-	-	-	4
Итого:	20	20	8	-	-	-	-	32/16

### 2. Рабочие программы учебных предметов

#### Модуль 1 . Основы и компоненты технологии хранения

- Изменения архитектуры дисков и файловой системы в Windows Server 2012 R2
- Параметры топологии хранения
- Настройка сетевых хранилищ в Windows Server
- Настройка общего доступа в Windows Server
- Безопасность томов и дисков

#### Лабораторная работа: Планирование и настройка технологии хранения и компонентов

- Планирование и конфигурирование компонентов системы хранения

#### Модуль 2 . Реализация хранилищ и дедупликации данных

- Реализация хранилищ
- Поддержка хранилищ
- Реализация дедупликации данных

#### Лабораторная работа: Реализация хранилищ

- Создание Storage Space
- Включение и настройка многоуровневого хранилища

#### **Лабораторная работа: Реализация дедупликации данных**

- Установка и настройка дедупликации данных

#### **Модуль 3 . Высокая доступность в Windows Server**

- Определение уровня доступности
- Высокая доступность и решения аварийного восстановления с виртуальных машин Hyper-V
- Высокая доступность с отказоустойчивым кластером в Windows Server 2012

#### **Лабораторная работа: Планирование и настройка высокой доступности и решений аварийного восстановления**

- Определение необходимой высокой доступности и решений аварийного восстановления
- Осуществление миграции хранилища
- Реализация реплики Hyper-V

#### **Модуль 4 . Внедрение отказоустойчивого кластера**

- Планирование отказоустойчивого кластера
- Создание нового отказоустойчивого кластера

#### **Лабораторная работа: Создание и администрирование кластера**

- Создание отказоустойчивого кластера
- Проверка параметров кворума и добавление узла
- Исключение узла и проверка параметров кворума
- Дополнительная настройка кворума
- Добавление и удаление диска из кластера

#### **Модуль 5 . Управление ролями сервера и ресурсами кластера**

- Настройка высокой доступности приложений и служб на отказоустойчивом кластере
- Управление и обслуживание отказоустойчивого кластера
- Устранение неполадок отказоустойчивого кластера
- Реализация сайта высокой доступности с несколькими узлами отказоустойчивого кластера

#### **Лабораторная работа: Управление ролями сервера и ресурсами кластера**

- Подготовка и создание отказоустойчивого кластера с помощью Windows PowerShell
- Реализация хранилища на отказоустойчивом кластере
- Добавление роли общего файлового сервера и создание данных
- Проверка функциональности высокой доступности



- Обеспечение безопасности общих томов кластера с помощью шифрования диска с BitLocker
- Настройка обновления кластера

#### **Модуль 6 . Реализация отказоустойчивого кластера с Hyper-V**

- Обзор интеграции Hyper-V с отказоустойчивым кластером
- Внедрение Hyper-V в отказоустойчивый кластер
- Управление и обслуживание виртуальных машин Hyper-V на отказоустойчивых кластерах

#### **Лабораторная работа: Реализация отказоустойчивого кластера с помощью Hyper-V**

- Создание кластера с Hyper-V
- Создание SoFS Storage Guest Cluster с общим .VHD
- Миграция дисков виртуальной машины на SoFS Storage Guest Cluster
- Проверка работы Storage Guest Cluster
- Выполнение живой миграции виртуальных машин с Storage Guest Cluster

#### **Модуль 7 . Управление инфраструктурой хранения с помощью Virtual Machine Manager**

- Обзор Virtual Machine Manager
- Управление инфраструктурой хранения с помощью Virtual Machine Manager
- Подготовка отказоустойчивого кластера в System Center 2012 R2 Virtual Machine Manager

#### **Лабораторная работа: Управление инфраструктурой хранения с помощью Virtual Machine Manager**

- Настройка и подготовка компонентов инфраструктуры хранения
- Добавление хранилища для Virtual Machine Manager
- Создание SoFS Storage Cluster

#### **Модуль 8 . Облачное хранилище и высокая доступность**

- Решения для хранения данных и инфраструктура Microsoft Azure
- Интегрированное в облако хранилище и StorSimple
- Аварийное восстановление с Hyper-V Recovery Manager

#### **Лабораторная работа: Облачное хранилище и высокая доступность**

- Обслуживание облачных хранилищ и систем высокой доступности

#### **Модуль 9 . Реализация кластеров балансировки сетевой нагрузки**

- Обзор балансировки сетевой нагрузки
- Настройка NLB-кластера
- Планирование реализации NLB

#### **Лабораторная работа: Реализация кластеров балансировки сетевой нагрузки**

- Реализация NLB-кластера

- Настройка и управление NLB-кластера
- Проверка высокого уровня доступности для NLB-кластера

### **3. Организационно-педагогические условия**

Соблюдение требований к кадровым условиям реализации дополнительной профессиональной программы:

а) преподавательский состав образовательной организации, обеспечивающий образовательный процесс, обладает высшим образованием и стажем преподавания по изучаемой тематике не менее 1 года и (или) практической работы в областях знаний, предусмотренных модулями программы, не менее 3 (трех) лет;

б) образовательной организацией наряду с традиционными лекционно-семинарскими занятиями применяются современные эффективные методики преподавания с применением интерактивных форм обучения, аудиовизуальных средств, информационно-телекоммуникационных ресурсов и наглядных учебных пособий.

Соблюдение требований к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению дополнительной профессиональной программы:

а) образовательная организация располагает необходимой материально-технической базой, включая современные аудитории, библиотеку, аудиовизуальные средства обучения, мультимедийную аппаратуру, оргтехнику, копировальные аппараты. Материальная база соответствует санитарным и техническим нормам и правилам и обеспечивает проведение всех видов практической и дисциплинарной подготовки слушателей, предусмотренных учебным планом реализуемой дополнительной профессиональной программы.

б) в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде, содержащей все электронные образовательные ресурсы, перечисленные в модулях дополнительной профессиональной программы.

### **4. Формы аттестации и оценочные материалы**

Образовательная организация несет ответственность за качество подготовки слушателей и реализацию дополнительной профессиональной программы в полном объеме в соответствии с учебным планом.

Оценка качества освоения дополнительной профессиональной программы слушателей включает текущий контроль успеваемости и итоговую аттестацию.

Конкретные формы и процедуры текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и итоговой аттестации слушателей устанавливаются образовательной организацией самостоятельно.

Текущий контроль включает в себя посещение семинаров, выполнение практических/лабораторных заданий (если предусмотрены).

Слушателям, успешно освоившим дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается **удостоверение о повышении квалификации**.

Слушателям, не прошедшим итоговой аттестации или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть дополнительной профессиональной программы и (или) отчисленным из образовательной организации, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому образовательной организацией.

Итоговая аттестация проводится по форме тестирования в соответствии с учебным планом.

**Результаты итоговой аттестации** слушателей в соответствии с формой итоговой аттестации, установленной учебным планом, выставляются по двух бальной шкале («зачтено\не зачтено»). Результаты итоговой аттестации заносятся в соответствующие документы.

## 5. Оценочные материалы к итоговой аттестации

**Итоговая аттестация** проводится в форме выполнения задания.

Результаты итоговой аттестации слушателей выставляются по двух бальной шкале («зачтено\не зачтено»). Итоговая аттестация считается пройденной («зачтено»), если слушатель выполнил все лабораторные работы и итоговое задание.

*Пример задания:*

Реплика хранилища: развернуть репликацию хранилища в Windows Server2016 Datacenter в растянутом кластере, между кластерами и между серверами

Растянутый кластер позволяет выполнять настройку компьютеров и хранилища в одном кластере, где некоторые узлы используют один общий набор асимметричного хранилища, а остальные— другой, после чего выполняется синхронная или асинхронная репликация с функцией доступности информации о сайте. В этом сценарии можно использовать дисковые пространства с общим хранилищем SAS, SAN и присоединенные к iSCSI номера LUN. Для управления используется PowerShell и графическое средство диспетчера отказоустойчивости кластеров. Обработку отказа рабочей нагрузки можно выполнять автоматически

Межкластерная репликация позволяет выполнять синхронную или асинхронную репликацию между двумя отдельными кластерами. В этом сценарии можно использовать локальные дисковые пространства, дисковые пространства с общим хранилищем SAS, SAN и присоединенные к iSCSI номера LUN. Для управления используется PowerShell, а обработка отказа выполняется вручную. Поддержка Azure Site Recovery в этом сценарии будет реализована в дальнейшем.

Межсерверная репликация позволяет выполнять синхронную или асинхронную репликацию между двумя изолированными серверами, используя дисковые пространства с общим хранилищем SAS, SAN, присоединенные к iSCSI номера LUN, а также локальные диски. Для управления используется PowerShell и средство управления сервером Server Manager Tool, а обработка отказа выполняется вручную.

Возможности реплики хранилища

- Полная защита от потери данных, репликация на уровне блоков. Синхронная репликация обеспечивает полную защиту от потери данных, а репликация на уровне блоков исключает возможность блокировки файлов.
- Удобное развертывание и управление. Реплика хранилища предназначена для простоты использования. Чтобы создать связь репликации между двумя серверами, необходимо выполнить только одну команду PowerShell. Развертывание растянутых кластеров осуществляется с помощью интуитивно понятного мастера в знакомом диспетчере отказоустойчивости кластеров.
- Гость и узел. Все возможности реплики хранилища можно использовать и в виртуализированных гостевых развертываниях, и в развертываниях на основе узла. Это означает, что даже гостевые ОС, работающие на платформах виртуализации не под управлением Windows или в общедоступных облаках, могут

реплицировать свои тома данных при условии использования Windows Server2016 Datacenter.

- Репликация на основе SMB3. Реплика хранилища использует проверенную и отработанную технологию SMB3, впервые представленную в Windows Server2012. Это означает, что в реплике хранилища доступны все расширенные возможности SMB, такие как непосредственная поддержка нескольких каналов и SMB в сетевых RDMA-адаптерах RoCE, iWARP и InfiniBand.
- Безопасность. В отличие от продуктов множества поставщиков в реплике хранилища реализована ведущая в отрасли технология безопасности. Сюда входит подписывание пакетов, полное шифрование данных AES-128-GCM, поддержка ускорения шифрования Intel AES-NI и предварительной проверки подлинности с целью предотвращения атак "злоумышленник внутри". Для проверки подлинности между узлами реплика хранилища использует KerberosAES256.
- Высокопроизводительная начальная синхронизация. Реплика хранилища поддерживает заполненную начальную синхронизацию, где в целевой объект уже добавлено подмножество данных из старых копий, резервных копий или поставляемых дисков. В процессе начальной репликации копируются только новые блоки, что позволяет сократить время начальной синхронизации и предотвратить использование ограниченной пропускной способности при передаче данных. Агрегирование и расчет контрольной суммы блока реплики хранилища показывает, что производительность начальной синхронизации зависит только от скорости хранилища и сети.
- Группы согласованности. Порядок записи гарантирует, что приложения, такие как Microsoft SQL Server, могут записывать данные на несколько реплицированных томов, а также обеспечивает последовательную запись данных на конечный сервер.
- Делегирование пользователя. Пользователям могут предоставляться права на управление репликацией. При этом им не обязательно быть участниками встроенной группы администраторов на реплицированных узлах. Доступ этих пользователей к несвязанным областям ограничен.
- Ограничение сети. Чтобы обеспечить достаточную пропускную способность для приложения, ПО для резервного копирования и управления, серверы и реплицированные тома могут позволять использование реплики хранилища лишь в отдельных сетях.
- Тонкая подготовка. В дисковых пространствах и устройствах SAN поддерживается тонкая подготовка. Эта возможность при разных условиях позволяет обеспечить почти мгновенную начальную репликацию.

Windows Server2016 реализует в реплике хранилища следующие функции:

Функция	Подробности
Тип	На основе узла
Синхронный	Да
Асинхронная репликация	Да
Независимость от оборудования для хранения данных	Да

Функция	Подробности
Единица репликации	Том (раздел)
Создание растянутого кластера Windows Server	Да
Межсерверная репликация	Да
Межкластерная репликация	Да
Транспорт	SMB3
Network (Сеть)	TCP/IP или RDMA
Поддержка ограничения сети	Да
RDMA	iWARP, InfiniBand, RoCE v2
Требования к брандмауэру сетевого порта репликации	Один порт IANA (TCP445 или TCP5445)
Поддержка нескольких путей или каналов	Да (SMB3)
Поддержка Kerberos	Да (SMB3)
Шифрование и подписывание Over-the-Wire	Да (SMB3)
Обработка отказа для каждого тома	Да
Поддержка хранилища с тонкой подготовкой	Да
Встроенный пользовательский интерфейс управления	PowerShell, диспетчер отказоустойчивости кластеров

*Может потребоваться оборудование для работы на длинных расстояниях и кабели. Необходимые компоненты для поддержки реплики хранилища*

- Лес доменных служб Active Directory.
- Дисковые пространства с JBOD SAS, локальные дисковые пространства, сеть SAN Fibre Channel, общий VHDX, конечный объект iSCSI или локальное хранилище SAS/SCSI/SATA. SSD или более быстрый накопитель для хранения журналов репликации. Майкрософт рекомендует, чтобы хранилище журналов работало так же

быстро или быстрее, чем хранилище данных. Томы журнала никогда не должны использоваться для других задач.

- На каждом сервере должно быть создано по меньшей мере одно подключение Ethernet/TCP для синхронной репликации, но желательно использовать RDMA.
- По крайней мере 2ГБ ОЗУ и два ядра на каждый сервер.
- Сеть между серверами должна иметь достаточную пропускную способность для ваших рабочих нагрузок ввода-вывода, а средняя задержка приема-передачи должна составлять 5мс или менее для синхронной репликации. Для асинхронной репликации рекомендации по задержке приема и передачи отсутствуют.