

Оценка влияния добавления мобильных возможностей в базовую систему управления сетевой информацией

Last generated: December 17, 2025



Таблица содержания

• Тестовое исследование	
▪ Введение	0
▪ Предварительное тестирование	0
▪ Физическая архитектура	0
▪ Результаты тестирования	0
▪ Выводы и основные заключения	0

Введение

Данное тестовое исследование разработано и проведено с целью оценки влияния добавления мобильных возможностей в существующую [базовую систему управления сетевой информацией](#). Целью было разработать руководство для тех, кто рассматривает варианты расширения возможностей производственной системы. Исследование было основано на базовой конфигурации системы управления сетевой информацией, использованной [в этом тестовом исследовании](#), путем добавления как подключенных, так и автономных мобильных рабочих нагрузок. Система была размещена в облачной инфраструктуре Amazon Web Services (AWS) с использованием экземпляров AWS EC2.

Примечание:

Данное тестовое исследование не предназначено для выдачи рекомендаций по конкретной конфигурации. Скорее, его цель — продемонстрировать, как настройка системы может улучшить взаимодействие с пользователем и максимизировать отдачу от инвестиций. Следует избегать добавления или удаления аппаратных или программных ресурсов без понимания их влияния.

- Узнайте больше [о тестовых исследованиях](#).

Протестированные рабочие процессы

В этом тестовом исследовании использовались рабочие процессы, отражающие бизнес-процессы клиентов. Применялись как подключенные, так и автономные мобильные рабочие процессы вместе с рабочими процессами для [базовой системы управления сетевой информацией](#), чтобы представить ключевые действия, необходимые для поддержания построенной сети. Рабочие процессы проводились вручную и с помощью скриптов автоматизации для наблюдения за работой пользователей и производительностью.

Базовые рабочие процессы

К основным рабочим процессам управления сетевой информацией относятся рабочие процессы, которые редакторы и наблюдатели (вьюеры) выполняют для создания, доступа и обслуживания построенной сети. Эти рабочие процессы представляют некоторые из основополагающих действий, необходимых для создания, доступа и обслуживания газовой сети:

- Создание нового сервиса — добавление нового клиента газовой службы
- Удаление сервиса — отказ клиента от газовой службы
- Расширение магистрали — добавление распределительной трубы к сети
- Замена магистрали — модификация концевых соединений для газовых труб
- Просмотр оборудования — отображение местоположения и состояния оборудования на операционной панели
- Запрос ресурсов и оборудования — поиск и просмотр активов

Мобильные рабочие процессы

В системах управления сетевой информацией в дополнение к основным рабочим процессам для сбора данных и полевых операций могут также использоваться подключенные и автономные мобильные рабочие процессы. В подключенной рабочей среде мобильные сотрудники могут получать доступ к данным в режиме реального времени с помощью сотовой связи. При автономных рабочих процессах мобильные сотрудники скачивают автономную область и синхронизируют изменения после повторного подключения. Автономные области карты предоставляют возможность распространять копию картографических данных на мобильное устройство (телефон, планшет, ноутбук), чтобы мобильные сотрудники могли обратиться к этим локально хранящимся данным даже в местах без доступа к интернету. Одним из ключевых шагов мобильных рабочих процессов является загрузка автономной области карты с двунаправленной синхронизацией.

- Просмотр и редактирование карт — в автономном режиме
- Трассировка сети — в подключенном режиме
- Просмотр активов — в подключенном и автономном режиме
- Запрос активов — в подключенном и автономном режиме

Программное обеспечение

Возможности системы предоставляются с помощью следующего программного обеспечения, развернутого и протестированного в рамках данного тестового исследования в перечисленных версиях со всеми доступными исправлениями:

- ArcGIS Pro 3.3 (новейшая версия [здесь](#))
- ArcGIS Enterprise 11.3 (новейшая версия [здесь](#))

- ArcGIS FieldMaps 24.2.2
- ArcGIS License Manager 2024.0 (новейшая версия [здесь](#))
- ArcGIS Monitor 2023 (новейшая версия [здесь](#))
- ArcGIS Online
- SAP HANA 2.0 SPS 06 редакция 63

Предварительное тестирование

Предварительное тестирование — это шаг в нашем процессе, направленный на улучшение результатов наших формальных тестов. Предварительное тестирование дает возможность:

- Выявления узких мест системы, которые могут снизить производительность и удобство ее использования под нагрузкой
- Экспериментирования с различными настройками и конфигурациями в итеративном режиме
- Оптимизации более формального процесса нагрузочного тестирования

Первоначальная физическая архитектура была почти идентична ранее протестированной [базовой системе управления сетевой информацией](#), настроенной на основе SAP HANA, с добавлением только клиентской точки VPN AWS для подключения мобильных устройств. Во время предварительного тестирования мы определили, что система не будет поддерживать запланированную нагрузку с дополнительными рабочими нагрузками, показанными ниже. Затем архитектура была соответствующим образом скорректирована, как описано в [физической архитектуре](#). Окончательные результаты тестирования после внесения этих изменений можно увидеть в разделе [результаты тестирования](#).

Примечание:

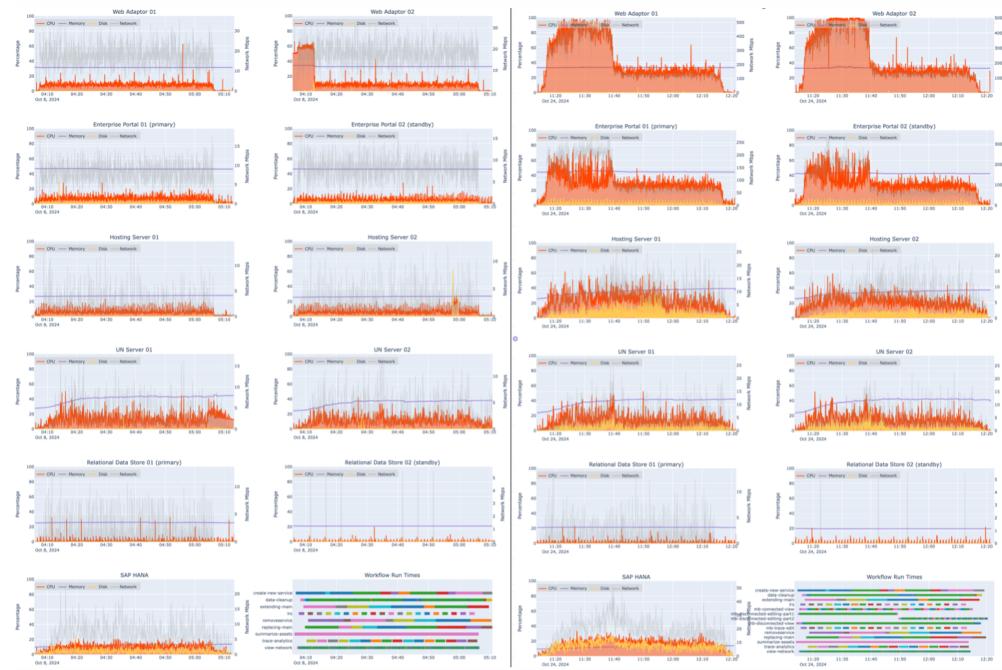
Рекомендуется тестировать и проверять систему при любых изменениях, таких как новые рабочие процессы или увеличение рабочей нагрузки, чтобы выявить потенциальные воздействия на систему до того, как они будут внедрены в рабочую среду.

Предварительные испытания при 4-кратной проектной нагрузке

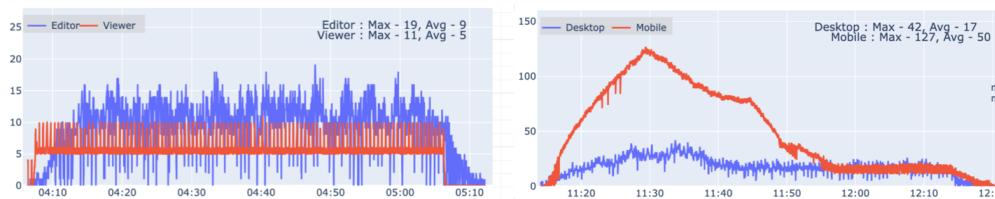
Сначала система была протестирована с основными рабочими процессами управления сетевой информацией, работающими без мобильных рабочих процессов, как показано в левой части рисунка ниже. За исключением скачка в ArcGIS Web Adaptor 02 в начале теста, связанного с установкой обновлений Windows Defender, использование ресурсов относительно низкое.

Сравните это с правой частью рисунка, где показано, как добавление мобильных рабочих процессов в дополнение к 4-кратной нагрузке приводит к значительной загрузке процессора в экземплярах ArcGIS Web Adapters и Portal for ArcGIS. Веб-адаптеры ArcGIS перегружены, что приводит к замедлению обработки запросов или превышению времени ожидания. Все четыре

ГИС-сервера и база данных также демонстрируют более высокую загрузку процессора (оранжевый) и дискового пространства (золотой). Это связано с этапом загрузки в автономных рабочих процессах, где автономная область размером 2,66 ГБ загружается большим количеством мобильных сотрудников.

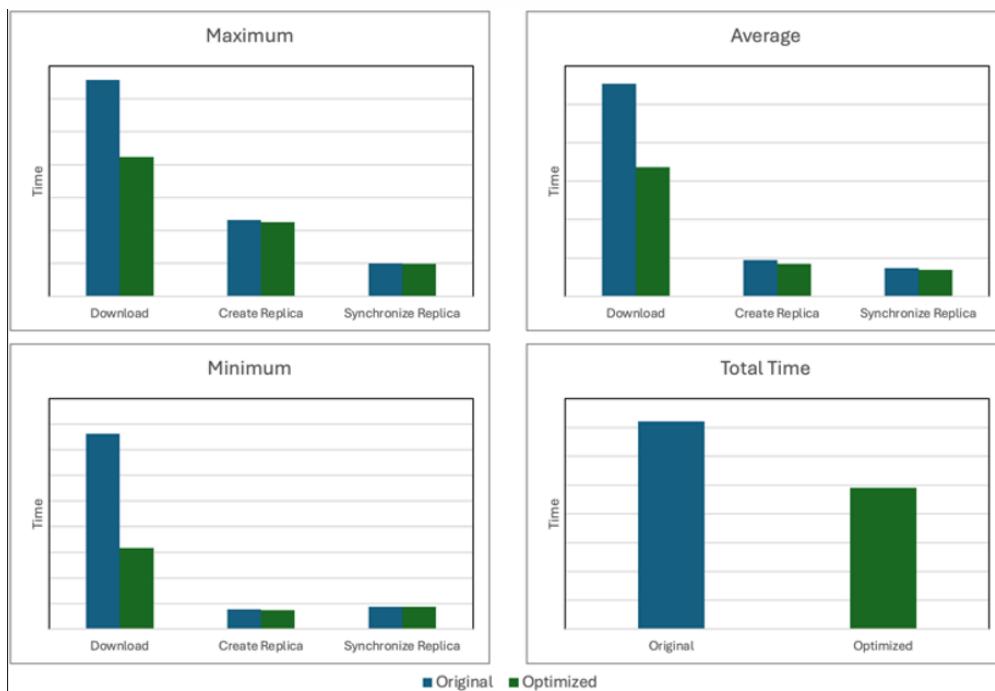


Открытые запросы только для базовой нагрузки, показанные ниже (слева), иллюстрируют, как система справляется с нагрузкой. В начале теста наблюдается небольшое наращивание открытых запросов, которое стабилизируется максимум с 19 редакторами и 11 выюерами. Однако когда добавляется дополнительная мобильная нагрузка (справа), число запросов увеличивается до 42 настольных (выюеров и редакторов) и 127 одновременных мобильных запросов, прежде чем загрузка завершится и нагрузка спадет. Эта закономерность указывает на замедление на этапе тестовой загрузки, когда пользователи ждут завершения загрузки автономной области.



Размеры экземпляров

Во время предварительного тестирования мы наблюдали длительное время загрузки для автономных областей (размером 2,66 ГБ), которое составляло более 30 минут (см. рисунок ниже). После частичного устранения неполадок мы определили, что проблема возникает из-за очень высокой загрузки CPU в экземплярах ArcGIS Web Adaptor and Portal for ArcGIS, что ограничивало пропускную способность и приводило к задержке загрузки. Чтобы решить эту проблему, количество экземпляров ArcGIS Web Adaptor было увеличено с 2 до 8 vCPU, а количество экземпляров Portal for ArcGIS было увеличено с 4 до 8 vCPU.



В частности, этап загрузки автономных рабочих процессов выиграл от увеличения размера экземпляров ArcGIS Web Adaptor и Portal for ArcGIS, при этом время загрузки сократилось на 41%. Однако это избыточная емкость, когда большое количество загрузок не выполняется. В производственной среде мы ищем способ масштабирования этих компонентов в периоды пиковой нагрузки и уменьшения размеров экземпляров, когда в этом нет необходимости, чтобы снизить затраты. Поэтому оптимизация ресурсов при балансировке размера онлайн-карт (уменьшение их размера при сохранении покрытия необходимой области) имеет решающее значение для получения правильного соотношения производительности и затрат.

- Узнайте больше о [рекомендациях по переводу ваших карт в автономный режим](#).

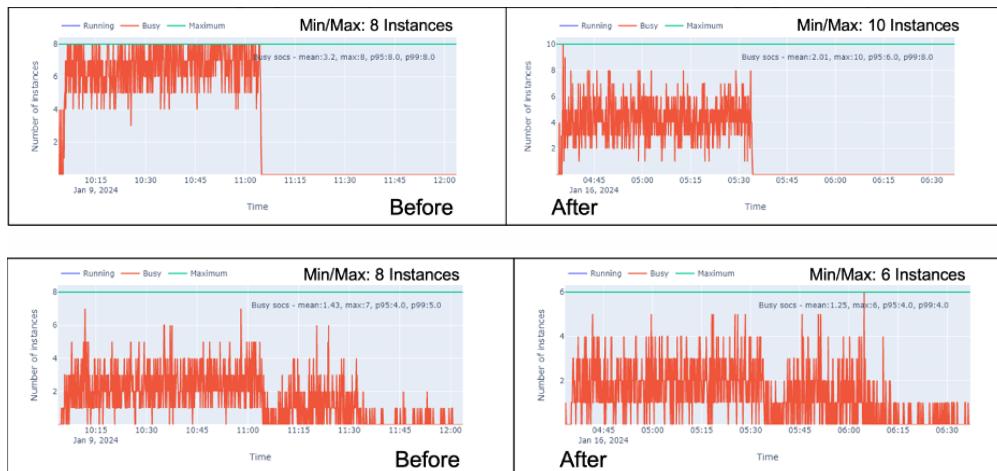
Конфигурация экземпляра сервиса

В ArcGIS Enterprise экземпляры опубликованного сервиса называются процессами ArcSOC. Существуют различные способы настройки ArcSOC, чтобы избежать длительного ожидания и плохого взаимодействия с пользователем. В общем случае, если число занятых ArcSOC превышает максимальное значение, назначенное сервису, время ожидания будет увеличиваться, пока ArcSOC не станет доступным. Однако если максимальное число ArcSOC во всех сервисах превышает доступное количество vCPU, время ожидания также увеличится, поскольку все vCPU будут заняты. Поэтому важно отслеживать и управлять соотношением ArcSOC к доступным vCPU, особенно при внесении изменений в систему.

Поскольку на двух хост-серверах было доступно 16 vCPU, первоначальные настройки экземпляра мобильного сервиса инженерной сети и сервиса газовой коммунальной сети, доступной только для чтения, были установлены следующим образом:

- Минимум: 8
- Максимум: 8

Поскольку сервис газовой сети только для чтения работал с максимальным использованием ArcSOC на протяжении большей части предварительного тестирования, в то время как в мобильном сервисе был избыток свободных ArcSOC, мы узнали, что требуется некоторая реконфигурация сервиса. На рисунках ниже приведено сравнение использования ArcSOC до и после оптимизации.



Количество экземпляров сервиса для мобильного сервиса инженерной сети было уменьшено с минимума и максимума равного 8 до минимума и максимума равного 6. Количество экземпляров сервиса для сервиса газовой сети было увеличено с минимума и максимума

равного 8 до минимума и максимума равного 10. После внесения изменений диаграммы показывают более равномерное распределение между обоими сервисами, а время ожидания пользователей заметно сократилось.

- Узнайте больше о [настройке и конфигурировании сервисов](#)
- Подробнее о [настройке параметров экземпляра сервиса](#)

Результаты предварительного тестирования

Предварительное тестирование исходной базовой системы управления сетевой информацией с добавленными мобильными рабочими нагрузками помогло выявить и исправить узкие места системы и неправильные конфигурации, которые в противном случае негативно повлияли бы на производительность системы и удобство работы конечных пользователей в производственной среде. В результате наших предварительных тестов в систему до проведения официальных испытаний были внесены следующие корректировки:

- Размер экземпляров ArcGIS Web Adaptor был увеличен с 2 до 8 vCPU.
- Размер экземпляров Portal for ArcGIS был увеличен с 4 до 8 vCPU.
- Размер автономных зон был оптимизирован так, чтобы сделать их как можно меньше и при этом охватить необходимую область.
- Конфигурация ArcSOC была скорректирована для обеспечения более равномерного распределения использования и сокращения времени ожидания как в мобильном сервисе инженерной сети, так и в сервисе газовой инженерной сети.

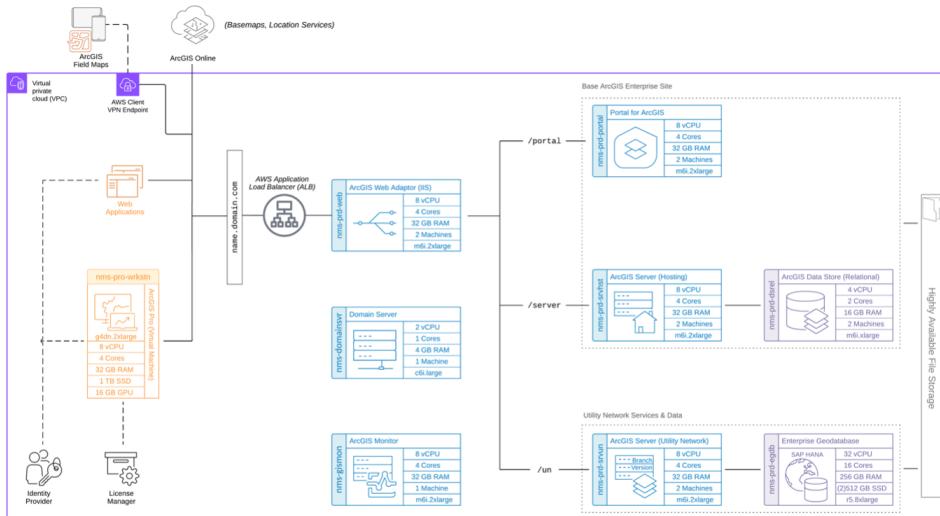
Физическая архитектура

Для проведения формального тестирования была спроектирована следующая физическая архитектура:

- Решение ориентировано на малые/средние газовые компании
- Поддержка рабочих процессов с целевой проектной нагрузкой в 15 редакторов ArcGIS Pro, 200 веб-пользователей ArcGIS (обычные пользователи) и 200 мобильных сотрудников.
- Многопользовательская база геоданных, настроенная на SAP HANA
- Облачная инфраструктура AWS

Следующие корректировки, выявленные в [ходе предварительного тестирования](#), были внесены в окончательную физическую архитектуру, с которой можно ознакомиться ниже:

- Размер экземпляров ArcGIS Web Adaptor был увеличен с 2 vCPU до 8 vCPU.
- Размер экземпляров Portal for ArcGIS был увеличен с 4 до 8 vCPU.



Ниже представлены характеристики компьютеров, выбранные и проверенные в соответствии с объемом и целью данного тестового исследования. Однако настоятельно рекомендуется пройти полный процесс проектирования с учетом ваших бизнес- и технических требований.

Настольный компьютер (ArcGIS Pro и веб-приложения)

- 3 экземпляра
- Тип экземпляра G4dn.2xlarge
- 4 CPU (8 vCPU)
- 32 ГБ ОЗУ
- Графический процессор с 16 ГБ видеопамяти
- SSD-диск емкостью 1 ТБ

ArcGIS Web Adaptor

- 2 экземпляра
- Тип экземпляра M6i.2xlarge
- 4 CPU (8 vCPU)
- 32 ГБ ОЗУ
- 128 ГБ дискового пространства

Portal for ArcGIS

- 2 экземпляра
- Тип экземпляра M6i.2xlarge
- 4 CPU (8 vCPU)
- 32 ГБ ОЗУ
- 128 ГБ дискового пространства

ArcGIS GIS Server

- 2 экземпляра
- Тип экземпляра M6i.2xlarge
- 4CPU (8 vCPU)
- 32 ГБ ОЗУ
- 128 ГБ дискового пространства

ArcGIS Server (хост-сервер)

- 2 экземпляра
- Тип экземпляра M6i.2xlarge
- 4CPU (8 vCPU)
- 32 ГБ ОЗУ
- 128 ГБ дискового пространства

ArcGIS Data Store (реляционное)

- 2 экземпляра
- Тип экземпляра M6i.xlarge
- 2 CPU (4 vCPU)
- 16 ГБ ОЗУ
- 256 ГБ дискового пространства

ArcGIS Monitor

- 1 экземпляр
- Тип экземпляра M6i.2xlarge
- 4 CPU (8 vCPU)
- 32 ГБ ОЗУ
- 256 ГБ дискового пространства

Файловое хранилище

- 1 экземпляр
- Тип экземпляра C6i.xlarge
- 1 CPU (2 vCPU)
- 8 ГБ ОЗУ
- 2 ТБ дискового пространства

База данных

- 1 компьютер

- Тип экземпляра R5.8xlarge
- 16 CPU (32 vCPU)
- 256 ГБ ОЗУ
- Два диска по 512 ГБ

Сервер домена

- 1 компьютер
- Тип экземпляра C6i.large
- 1 CPU (2vCPU)
- 4 ГБ ОЗУ
- 128 ГБ дискового пространства

Дополнительные рекомендации по проектированию

Виртуальная частная сеть (VPN) представлена для обеспечения безопасной связи между мобильными устройствами и системой управления сетевой информацией. В этой конструкции конечная точка VPN-клиента AWS обеспечивает подключение мобильных устройств. VPN может повлиять на производительность и удобство работы пользователя, при этом задержка является неотъемлемым фактором. Дополнительные сведения см. в разделе [развертывание мобильного приложения](#). Дополнительные подходы к обеспечению внешнего подключения подробно описаны в [техническом руководстве Шаблоны реализации защищенных мобильных данных с помощью ArcGIS..](#)

Результаты тестирования

После предварительного тестирования было проведено более формальное тестирование для оценки измененной архитектуры и конфигурации с базовыми и мобильными рабочими процессами. Измененная архитектура была протестирована путем добавления мобильных рабочих процессов при различных нагрузках, при этом рабочие процессы для настольных компьютеров и редактирования выполнялись последовательно при 4-кратной проектной нагрузке. Каждый компонент отслеживался по мере того, как рабочие процессы выполнялись в соответствии с различными сценариями нагрузки. Вы можете сравнить влияние использования ресурсов на измененную архитектуру по сравнению с исходной.

После завершения тестирования результаты были собраны и проанализированы, чтобы подтвердить, что система, разработанная в соответствии с ее назначением, обеспечивает положительный опыт работы конечных пользователей и эффективность.

Темп рабочего процесса

В этом тестовом исследовании к [протестированным рабочим процессам](#) применялась модель темпа. Модель темпа показывает, как тест должен имитировать темп работы на коммунальном предприятии, где рабочие процессы выполняются группой сотрудников в виде некоторого числа операций в час. Этот подход был основан на данных, полученных от клиентов Esri, и был направлен на то, чтобы соответствовать сценарию клиентов малого и среднего газового предприятия, на основе которого были получены данные.

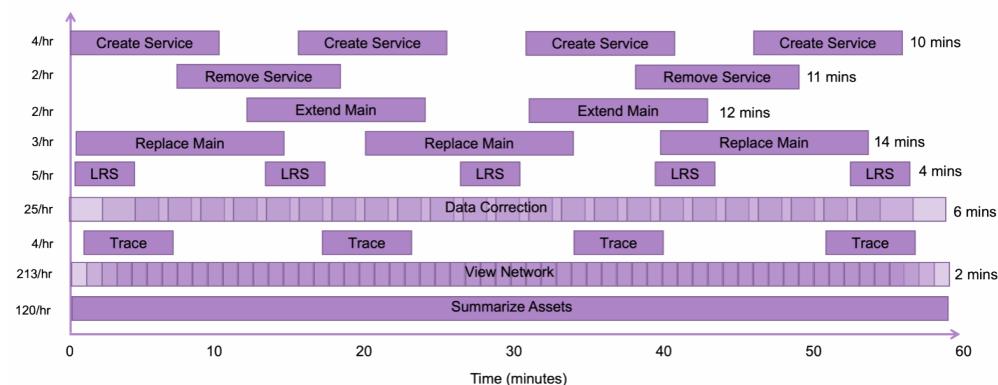
Рабочие процессы были распределены по часовому тестовому периоду, накладываясь друг на друга, как это было бы в реальных рабочих процессах. Эта общая разбивка темпа рабочего процесса считается «проектной нагрузкой», которой подвергается система.

Для этого теста рабочие процессы редактирования в веб и на настольных компьютерах были автоматизированы и выполнялись с нагрузкой, в четыре раза превышающей проектную, как показано на рисунке ниже. Узнайте больше о [протестированных рабочих процессах](#).

Результаты тестирования

No	Concurrent Workflows	Comment	Ops/Hr
Create an As-built Network			
1	Perform Data Clean-up	This happens during initial migration (ArcGIS Pro)	100
Access As-built Network			
2	View Network	Web viewers looking at individual assets	852
3	Summarize Assets	A dashboard that refreshes every 30 seconds	480
4	Trace Analytics	ArcGIS Pro users running a trace	16
Maintain an As-built Network			
5	Create a New Service	ArcGIS Pro editing workflow	16
6	Remove a Service	ArcGIS Pro editing workflow	8
7	Extending a Main	ArcGIS Pro editing workflow	8
8	Replace a Main	ArcGIS Pro editing workflow	12
9	LRS for pipeline transmission	ArcGIS Pro editing workflow	20
Total			1512

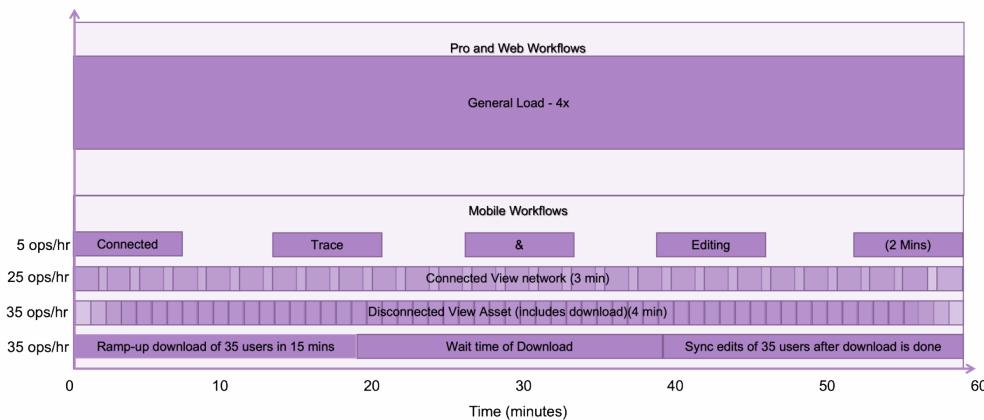
Основные рабочие процессы проводились в соответствии с моделью темпа, которая предназначена для имитирования того, как работают люди, что делает тест более реалистичным. В этой модели рабочие процессы смешены, поэтому они не начинаются и не заканчиваются одновременно.



Мобильные рабочие процессы проводились в то время, когда система находилась под нагрузкой, как описано выше. Ниже приведена расчетная нагрузка на мобильные рабочие процессы, которая составляет в общей сложности 405 операций в час. Затем мобильная нагрузка была увеличена при сохранении постоянной нагрузки на настольный компьютер.

No	Concurrent Workflows	Comment	Users	Ops/User	Ops/Hr
Access As-built Network					
1	Connected View	Mobile Workers looking at individual assets	25	4 view	100
2	Disconnected View	Mobile Workers looking at individual assets offline	35	1 view	35
Maintain an As-built Network					
3	Connected Trace & Edit	Mobile Workers running trace and adding an asset	5	1 Trace + 1 Edit	10
4	Disconnected Edit	Mobile Workers	35	1 Download + 3 Edits	140
Total			100		405

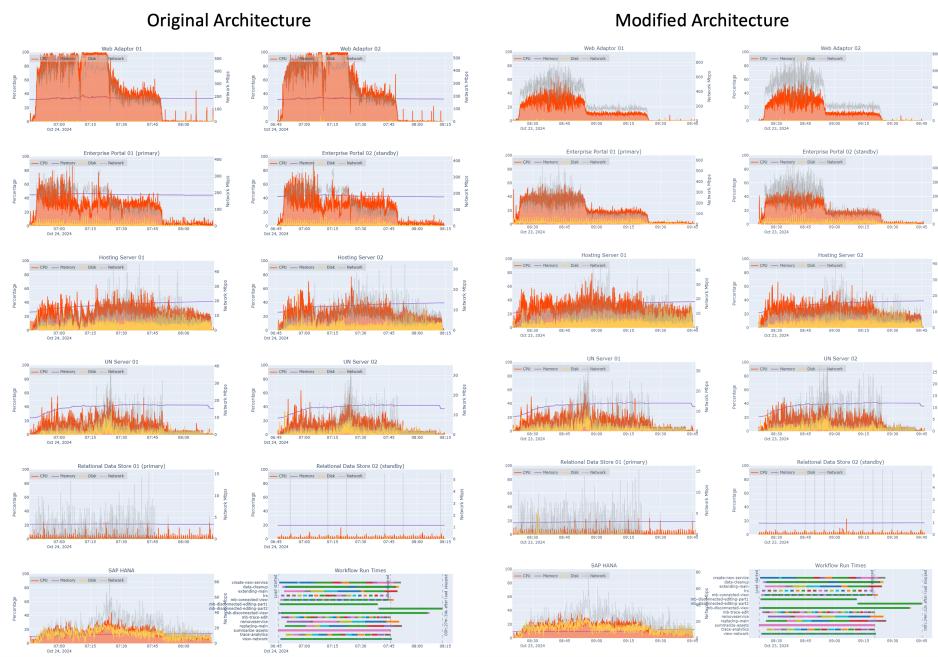
Данная модель темпа демонстрирует общую рабочую нагрузку на 4x-кратном уровне, при этом мобильные рабочие процессы выполняются с расчетной нагрузкой. Модель корректируется по мере роста нагрузки на мобильные рабочие процессы.



Рабочий процесс автономного просмотра включает загрузку и синхронизацию, что влияет на ArcGIS Enterprise. Рабочий процесс автономного редактирования начинается с аналогичной загрузки и синхронизации, но также включает в себя вторичную синхронизацию для загрузки изменений. Работа, выполняемая на мобильном устройстве для просмотра или редактирования данных, не влияет на ArcGIS Enterprise.

Тестовый сценарий: 6-кратная проектная нагрузка

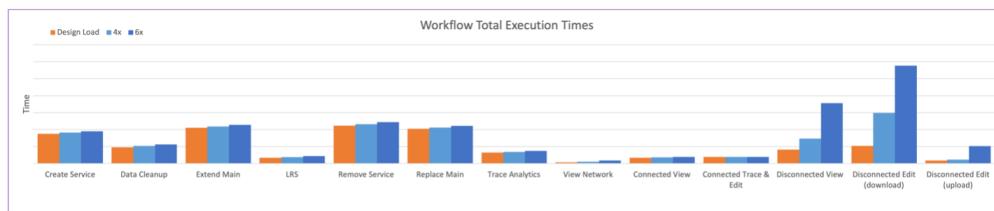
При 6-кратной проектной нагрузке в исходной архитектуре (слева) адаптеры ArcGIS Web Adaptor чрезвычайно перегружены, а компьютеры с Portal for ArcGIS демонстрируют очень высокую загрузку CPU (см. рисунок 13). Сравните это с измененной архитектурой (справа), где использование ресурсов, особенно на уровнях ArcGIS Web Adaptor и ArcGIS Portal, заметно снижается до более оптимальных пороговых значений. Кроме того, вы можете наблюдать, как увеличение числа vCPU в измененной архитектуре помогло снизить ограничение пропускной способности сети (серый), которое мы наблюдали в исходной архитектуре, что приводило к тайм-ауту загрузок.



Взаимодействие с пользователем

Как и ожидалось, работа пользователей ухудшается с ростом нагрузки. Тем не менее, эти эффекты наиболее заметны при автономных рабочих процессах, как показано ниже. Например, время просмотра в автономном режиме, которое включает этап загрузки, увеличивается на 44% между расчетной загрузкой и при ее 4-кратном росте и увеличивается на 78% между 4- и 6-кратным ростом. Большая часть этого времени связана с загрузкой автономной области и синхронизацией данных. Таким образом, помимо размера ресурсов, оптимизация автономных областей, обеспечение мобильных сотрудников хорошей связью и даже поэтапный рост загрузок могут помочь улучшить это время.

Время выполнения рабочего процесса в ArcGIS Pro сокращается в среднем на 12% между проектной нагрузкой и при ее 6-кратном росте, что означает, что редакторы теряют 58 минут в день на ожидание отклика системы. Между проектной нагрузкой и при ее 4-кратном росте это значение составляет 9%, или 43 минуты.



Поскольку редакторы поддерживают построенную сеть, которую многие сотрудники используют для своей работы, важно обеспечить эффективную среду редактирования. Хотя увеличение нагрузки на мобильные рабочие процессы не оказывало заметного влияния на систему до тех пор, пока проектная нагрузка не выросла в 4 раза, опыт работы пользователей показывает, что корректировка конфигурации может быть целесообразной, поскольку нагрузки начинают превышать исходную проектную нагрузку.

Следующие меры могут улучшить работу пользователей и привести к увеличению окупаемости инвестиций:

- Альтернативные балансировщики нагрузки
- Дополнительное разделение рабочих нагрузок
- Увеличенные размеры экземпляров
- Безопасный подход к мобильному развертыванию. Узнайте больше в [техническом документе по внедрению ArcGIS Secure Mobile](#).

Выводы и основные заключения

Это тестовое исследование демонстрирует, как можно модифицировать архитектуру системы управления сетевой информацией для поддержки мобильных рабочих процессов и обеспечения необходимых бизнес-возможностей. Однако важно тестировать, наблюдать, а затем настраивать систему по мере необходимости для поддержки предполагаемых рабочих процессов и нагрузок. Цель состоит в том, чтобы сделать обоснованный выбор оборудования для снижения затрат на инфраструктуру и эксплуатацию, обеспечивая при этом положительный пользовательский опыт и максимальную производительность. Производительность обеспечивает лучшую окупаемость инвестиций, поэтому сосредоточение внимания на пользовательском опыте, что сделано в этом тестовом исследовании, поможет вам принимать решения, которые могут улучшить конечный результат.

Основные заключения

1. Добавление мобильных возможностей в любую бизнес-ориентированную систему требует тщательного планирования и тестирования для обеспечения оптимальной производительности и удобства работы пользователей.
2. При добавлении новых рабочих нагрузок в систему на этапе сборки решающее значение имеют надлежащие методы тестирования и наблюдения, чтобы определить, оправданы ли корректировки системы, такие как изменение размера экземпляров или перенастройка ArcSOCs.
3. Загрузка автономных областей может занять много времени. Для смягчения этого нежелательного эффекта необходимы стратегии, которые могут включать корректировки сети, размера экземпляра и конфигурации карты.
4. В частности, этап загрузки автономных рабочих процессов выиграл от увеличения размера экземпляра: время загрузки сократилось на 41%.
5. Крайне важно оптимизировать свои ресурсы и сбалансировать размер автономных карт (сделать их как можно меньше, охватывая при этом необходимую территорию).
6. VPN обеспечивают безопасные соединения, но возможны задержки, что может повлиять на рабочие процессы в режиме реального времени.
7. Проверяйте свою систему всякий раз, когда вносятся изменения.