



Начинаем работать



# Служба распределенных вычислений (UM Cluster)

В этом руководстве описаны несколько практических шагов по созданию распределенной системы вычислений на базе программного комплекса «Универсальный механизм».

## Оглавление

<b>1. ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ UM SIMULATION С СЕРВЕРОМ КЛАСТЕРА .....</b>	<b>4</b>
<b>3. НАСТРОЙКА КЛИЕНТСКИХ КОМПЬЮТЕРОВ .....</b>	<b>5</b>
3.1.1. Основные механизмы операционной системы .....	5
3.1.2. Установка клиентской части на компьютер .....	5
<b>4. НАСТРОЙКА СЕРВЕРА КЛАСТЕРА.....</b>	<b>8</b>
<b>4.1. НАСТРОЙКА СПИСКА КОМПЬЮТЕРОВ.....</b>	<b>8</b>
4.1.1. Первый запуск сервера кластера .....	8
4.1.2. Добавление самого сервера кластера в список клиентских компьютеров .....	9
4.1.3. Добавление удаленного компьютера в список клиентских компьютеров.....	9
4.1.4. Выбор компьютеров для участия в распределенных вычислениях .....	10
4.1.5. Добавление третьего компьютера в кластер .....	13
4.1.6. Форсированная установка клиентской части на удаленные компьютеры.....	13
<b>5. ПОДГОТОВКА К ЗАПУСКУ ПРОЕКТА .....</b>	<b>16</b>
<b>6. ЗАПУСК ПРОЕКТА.....</b>	<b>18</b>

# 1. Введение

Служба распределённых вычислений **UM Cluster** входит в состав программного комплекса «Универсальный Механизм». Служба позволяет выполнять расчеты проектов сканирования на компьютерах локальной сети параллельно, что может дать существенный общий выигрыш во времени и значительно повысить эффективность использования парка компьютеров в вашем отделе/лаборатории.

**UM Cluster** состоит из двух частей: клиентской и серверной. Когда в этом документе мы употребляем термин **UM Cluster** или просто **Кластер** – мы подразумеваем систему распределенных вычислений как единое целое. Серверную часть системы распределенных вычислений мы будем называть **UM Cluster Server** или **Сервер кластера**, а клиентскую, соответственно, **UM Cluster Client** или **Клиент кластера**.

И серверная и клиентская части кластера входят в состав комплекса «Универсальный Механизм». Клиентская часть содержит в себе все необходимые для расчетов программные компоненты и для работы не требует установленного на компьютере полного «Универсального Механизма». Компьютеры с установленной клиентской частью кластера мы будем называть **клиентскими**. Лицензионная политика программного комплекса «Универсальный Механизм» не накладывает никаких ограничений на количество используемых клиентских компьютеров, независимо от того, установлена ли «Универсальный Механизм» на этих компьютерах или нет.

Клиентская часть распространяется в виде пакета автономной установки, который можно скачать на странице <http://www.universalmechanism.com/pages/index.php?id=3>.

После установки клиентская часть кластера располагается в папке **Program Files\UM Software Lab\UM Cluster Client**. Серверная часть находится в папке **Program Files\UM Software Lab\Universal Mechanism\9\bin**.

## Совместимость

Серверная и клиентская часть работают на компьютерах под управлением операционных систем **Windows 7/8.1/10, Windows Server 2008/2012R2/2016/2019**. Клиентскую часть можно устанавливать на любую из перечисленных операционных систем. В том числе и на серверную.

## В этом уроке мы научимся

1. Устанавливать клиентскую часть на компьютеры без установленного комплекса «Универсальный Механизм» с помощью пакета автономной установки.
2. Понимать на базовом уровне от состояния каких компонентов операционной системы Windows зависит нормальная работа кластера.
3. Создавать в программе **UM Cluster Server** списки компьютеров, которые будут участвовать в распределенных вычислениях.
4. Проверять доступность клиентских компьютеров для сервера кластера.
5. Устанавливать клиентскую часть на удаленные компьютеры, используя сервер кластера.
6. Выполнять проекты с использованием кластера.

## 2. Взаимодействие UM Simulation с сервером кластера

На практике **UM Cluster** вызывается программой **UM Simulation** при выбранной настройке **Распределенные вычисления**. В этом случае программа моделирования разобьет текущий проект на отдельные независимые части, а сервер кластера обеспечит раздачу заданий предварительно настроенным компьютерам, выполнение расчета и возврат результатов.

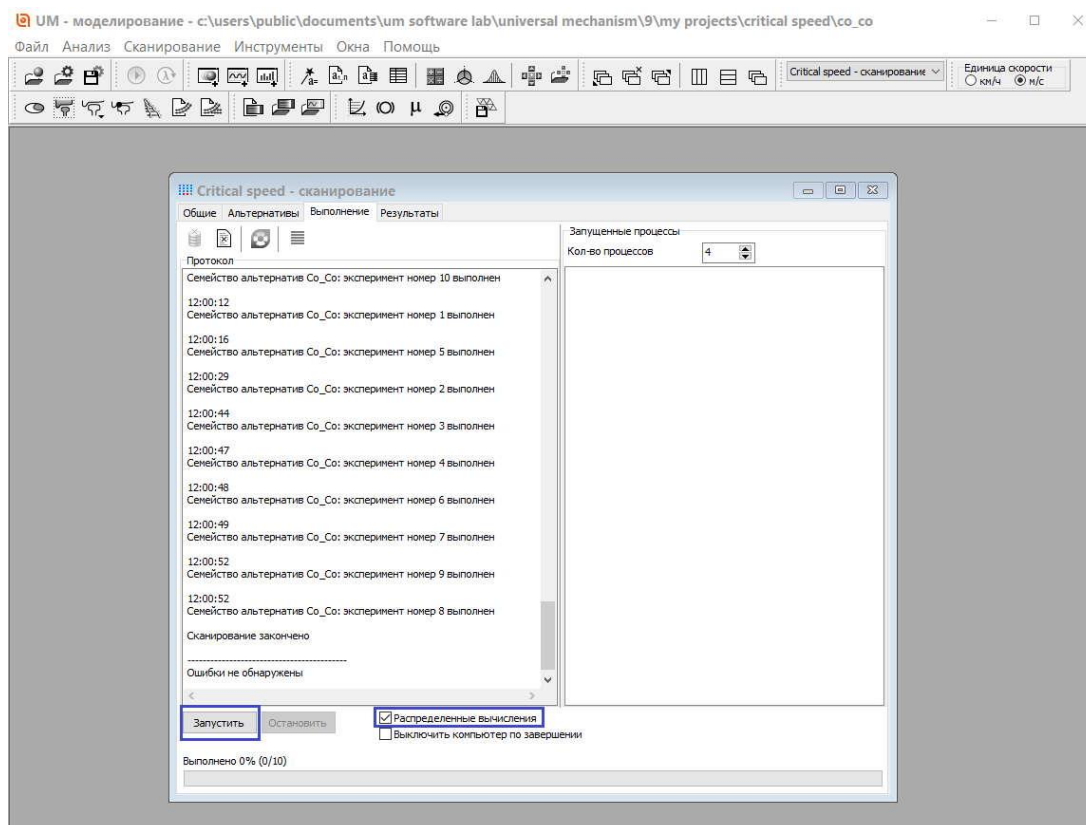


Рис. 2.1. Запуск проекта с использованием кластера

Если в момент запуска вычислений сервер кластера не запущен, **UM Simulation** запустит его. Однако прежде чем вызывать сервер из **UM Simulation**, необходимо выполнить его первоначальную настройку и адаптацию к инфраструктуре вашей локальной сети и доступному для выполнения распределенных проектов парку компьютеров.

Для нормального функционирования сервера кластера нам необходимо сделать следующее.

1. Установить клиентскую часть на компьютеры, которые будут принимать участие в распределенных вычислениях с помощью автономного пакета установки.
2. В программе **UM Cluster Server** создать список компьютеров, которые будут принимать участие в распределенных вычислениях;
3. Проверить взаимодействие серверной и клиентских частей.

Все эти действия будут рассмотрены в последующих разделах этого документа.

## 3. Настройка клиентских компьютеров

### 3.1.1. Основные механизмы операционной системы

**UM Cluster Server** использует встроенные сетевые механизмы (службы, подсистемы) операционной системы Windows, которые позволяют взаимодействовать с клиентскими компьютерами удаленно.

Под взаимодействием подразумевается:

- обмен файлами между сервером и клиентскими компьютерами;
- запуск процессов сканирования на клиентских компьютерах;
- контроль состояния выполнения экспериментов на клиентских компьютерах.

Эти системные механизмы разрешают по умолчанию взаимодействие компьютеров в локальной сети в серверных операционных системах (Windows Server 2008/2012/2016/2019) и как правило блокируют его пользовательских системах (Vista, Windows7/8/10).

Вот список основных сущностей, определяющих удаленный доступ к компьютеру:

1. **UAC** (User Access Control);
2. Служба сервера (**Server**);
3. Служба удаленного реестра (**remoteregistry**);
4. Сетевой экран (**Windows Firewall**).

Неправильное состояние на клиентском компьютере хотя бы одного из этих элементов может привести к невозможности нормального взаимодействия сервера с этим клиентским компьютером. Для краткости будем называть эту четверку механизмов **USRF**, по первым буквам их названий.

Разблокировка необходимых для функционирования кластера механизмов, происходит во время инсталляции клиентской части из автономного пакета установки.

### 3.1.2. Установка клиентской части на компьютер

Для установки клиентской части на компьютер в вашей локальной вычислительной сети выполните следующие шаги.

1. Скачайте автономный пакет установки клиентской части с сайта «Универсального Механизма»: <http://www.universalmechanism.com/pages/index.php?id=3>
2. Запустите **UMClusterClient.exe** на выбранном компьютере.
3. Дождитесь окончания установки и перезагрузите компьютер.
4. После перезагрузки компьютера убедитесь, что все метки необходимых для настройки компонентов операционной системы выделены зеленым цветом, так как это показано на рис. 3.1.

Если же пользовательская операционная система на клиентском компьютере была предварительно настроена, установку клиентской части или последующее обновление ее версии можно выполнить непосредственно с сервера кластера.

Управление сетевым доступом на клиентских компьютерах выполняется с помощью программы **UM Monitor**. После установки клиентской части программа **UM Monitor** автоматически запускается при каждом входе пользователя в систему и по умолчанию нахо-

дится в свернутом состоянии в правом нижнем углу экрана, рядом с часами. Если щелкнуть по значку левой кнопкой мыши, программа развернется.

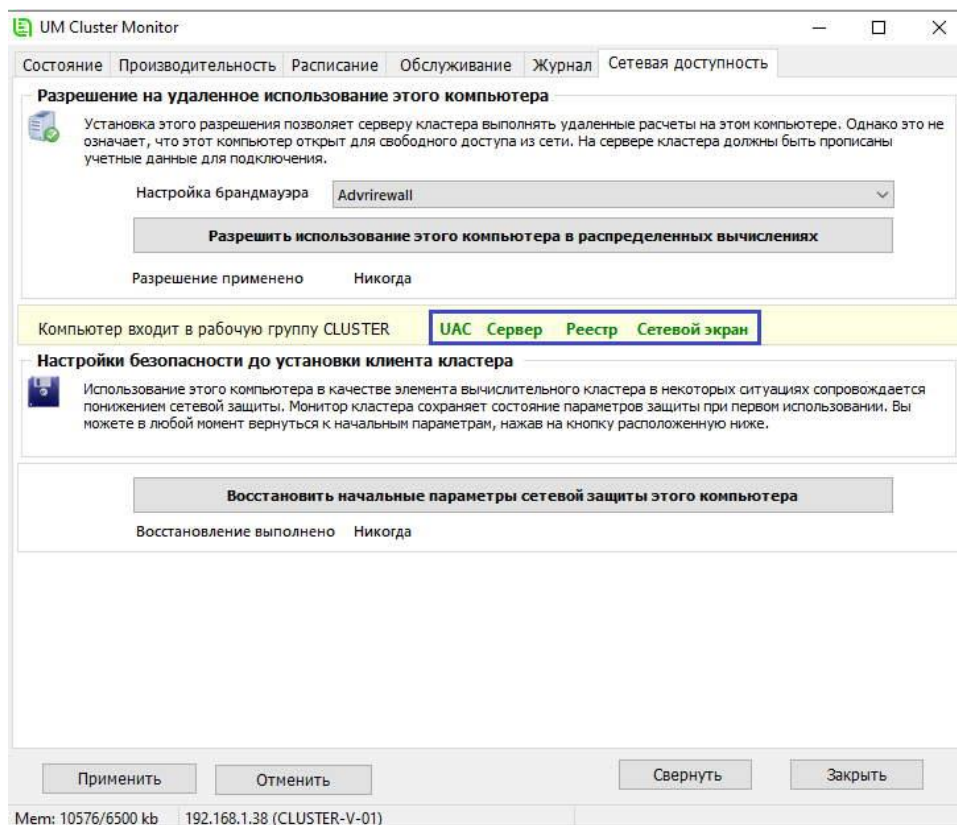


Рис. 3.1. UM Monitor: контроль доступа к клиентскому компьютеру

На рис. 3.1 все системные механизмы, влияющие на нормальное взаимодействие клиентского компьютера с сервером кластера, отображены зеленым цветом. Это нормальное состояние компьютера, которое пользователь должен увидеть после установки клиентской части.

С течением времени, в силу различных причин, на клиентских компьютерах могут случаться изменения, которые изменяют состояние механизмов **USRF**. На рис. 3.2 системные механизмы, которые блокируют доступ сервера кластера к клиентскому компьютеру, выделены красным цветом.

Нажатие на кнопку **Разрешить использование этого компьютера в распределенных вычислениях** приведет к установке необходимых параметров, после чего программа предложит перезагрузить компьютер. Если после перезагрузки метки доступа будут отображаться зеленым цветом, значит этот компьютер можно использовать в распределенных вычислениях.

Клиентский компьютер в любой момент можно вернуть в состояние, предшествующее установке клиента кластера нажатием на кнопку **Восстановить начальные параметры сетевой защиты этого компьютера**.

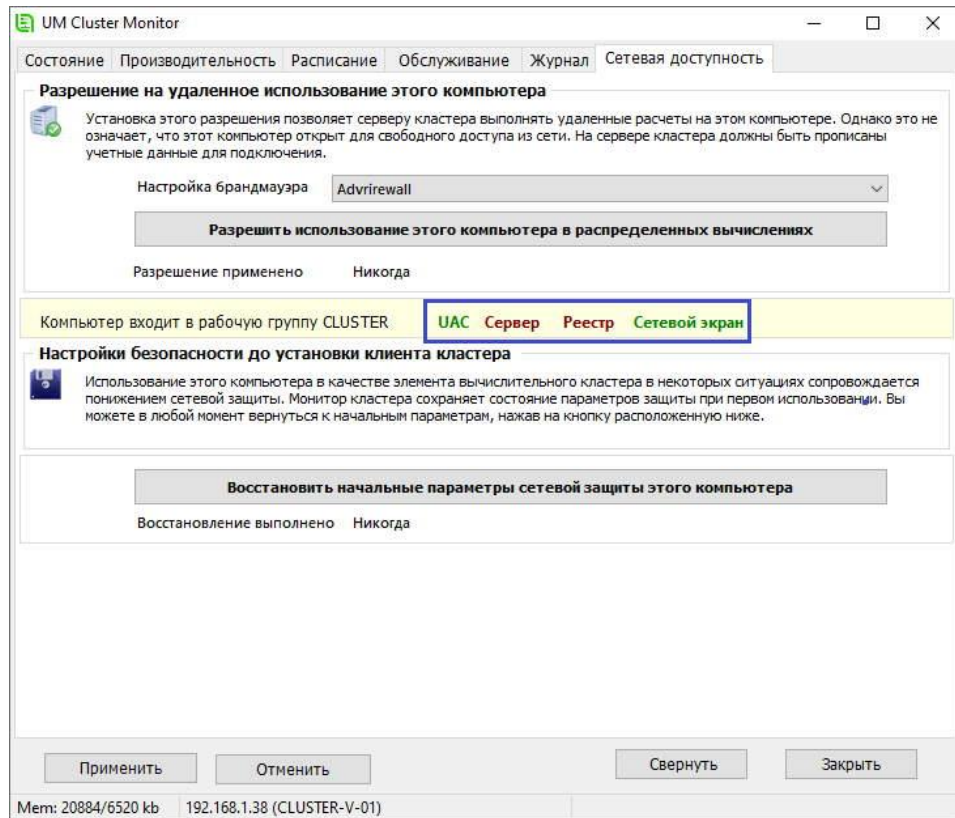


Рис. 3.2. Службы **Сервер** и **Удаленный реестр** не запущены

## 4. Настройка сервера кластера

Для работы сервера кластера необходимо создать список клиентских компьютеров и проверить их работоспособность. Сервер кластера содержит мастер, выполняющий создание списка клиентских компьютеров, установку на них клиентской части и проверку работоспособности компонентов на компьютерах как одно действие. В этом документе рассматривается создание простого кластера, состоящего из трех компьютеров, включая сервер. Компьютеры будут добавлены в список вручную, без запуска мастера.

Далее будут рассмотрены основные шаги по созданию списка клиентских компьютеров.

### 4.1. Настройка списка компьютеров

#### 4.1.1. Первый запуск сервера кластера

Запустите сервер кластера из главного меню Windows: **Универсальный Механизм 9 x64 > Инструменты > Сервер UM Cluster**. При первом запуске сервера кластера он будет выглядеть так, как изображено на рис. 4.1. Список компьютеров пуст. Убедитесь, что сервер определил свое имя компьютера, IP-адрес (в правом нижнем углу окна) и границы локальной сети, в которой он расположен.

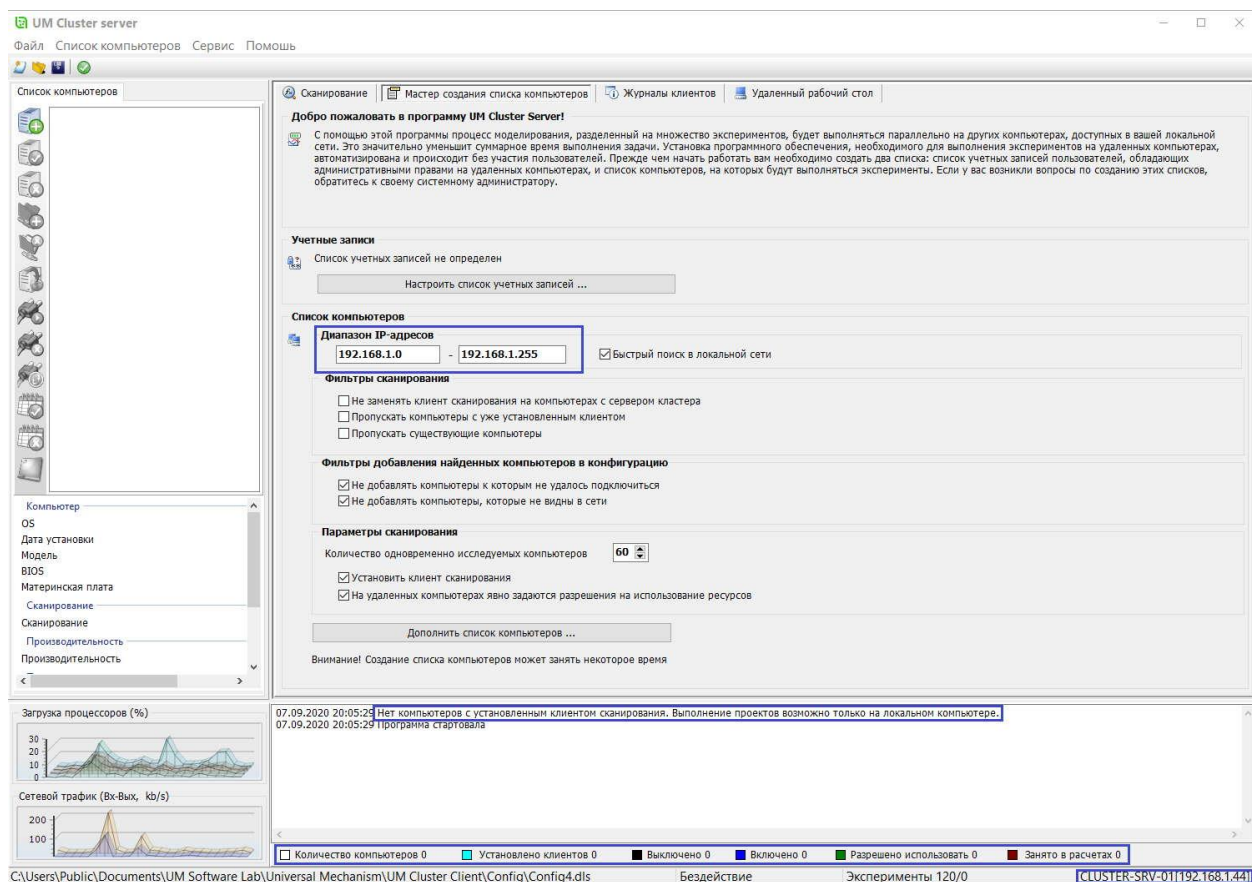


Рис. 4.1. Сервер кластера при первом запуске

### 4.1.2. Добавление самого сервера кластера в список клиентских компьютеров

На панели слева, которая управляет списком компьютеров и операциями над ними, доступна только одна кнопка: **Добавить компьютер**.

Нажатие на кнопку **Добавить компьютер** открывает диалог ввода параметров компьютера. Добавим в список сам сервер кластера, его адрес виден в правой нижней части окна сервера. Поскольку мы добавляем тот же компьютер, на котором расположен сервер кластера, имя пользователя и пароль указывать не надо, достаточно ввести IP-адрес компьютера и его имя. После добавления самого сервера в список мы уже создали работоспособный кластер, но поскольку сейчас сервер кластера может выполнять проекты только на компьютере, на котором он установлен, никакого практического смысла использования кластера в проектах нет.

### 4.1.3. Добавление удаленного компьютера в список клиентских компьютеров

Теперь добавим в список компьютер, на котором предварительно была установлена клиентская часть кластера с помощью автономного пакета установки. Это действие было описано в разделе 3.1.2 "*Установка клиентской части на компьютер*", с. 5. Мы должны знать адрес этого компьютера и учетные данные пользователя, обладающего административными правами на этом компьютере. В этом документе будет добавлен компьютер с адресом 192.168.1.54, в вашем случае это будет другой адрес.

Замечания по добавлению нового компьютера.

- Если вы ввели IP-адрес реально существующего в вашей локальной сети компьютера, то при выходе из поля IP-адреса программа автоматически заполнит поле с именем компьютера, если это поле еще пустое. Аналогично при вводе имени компьютера, программа автоматически пропишет в поле IP-адреса его адрес. Отсюда совет: если вы знаете имя компьютера - начинайте с ввода имени, если знаете IP-адрес – начинайте с IP-адреса.
- Программа не допускает ввода повторяющихся IP-адресов и имен компьютеров.
- При вводе имени пользователя желательно придерживаться отображаемого на рис. 4.2: **"ИМЯ\_КОМПЬЮТЕРА\ИМЯ\_ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ"**.
- Списки компьютеров и учётные данные, привязанные к ним доступны только для программы **UM Cluster Server**. Эти данные хранятся в зашифрованном виде и защищены алгоритмами стойкой криптографии.

При заполнении поля пароля, давайте умышленно введем любой неправильный пароль. Теперь в нашем кластере уже два компьютера, см. рис. 4.3.

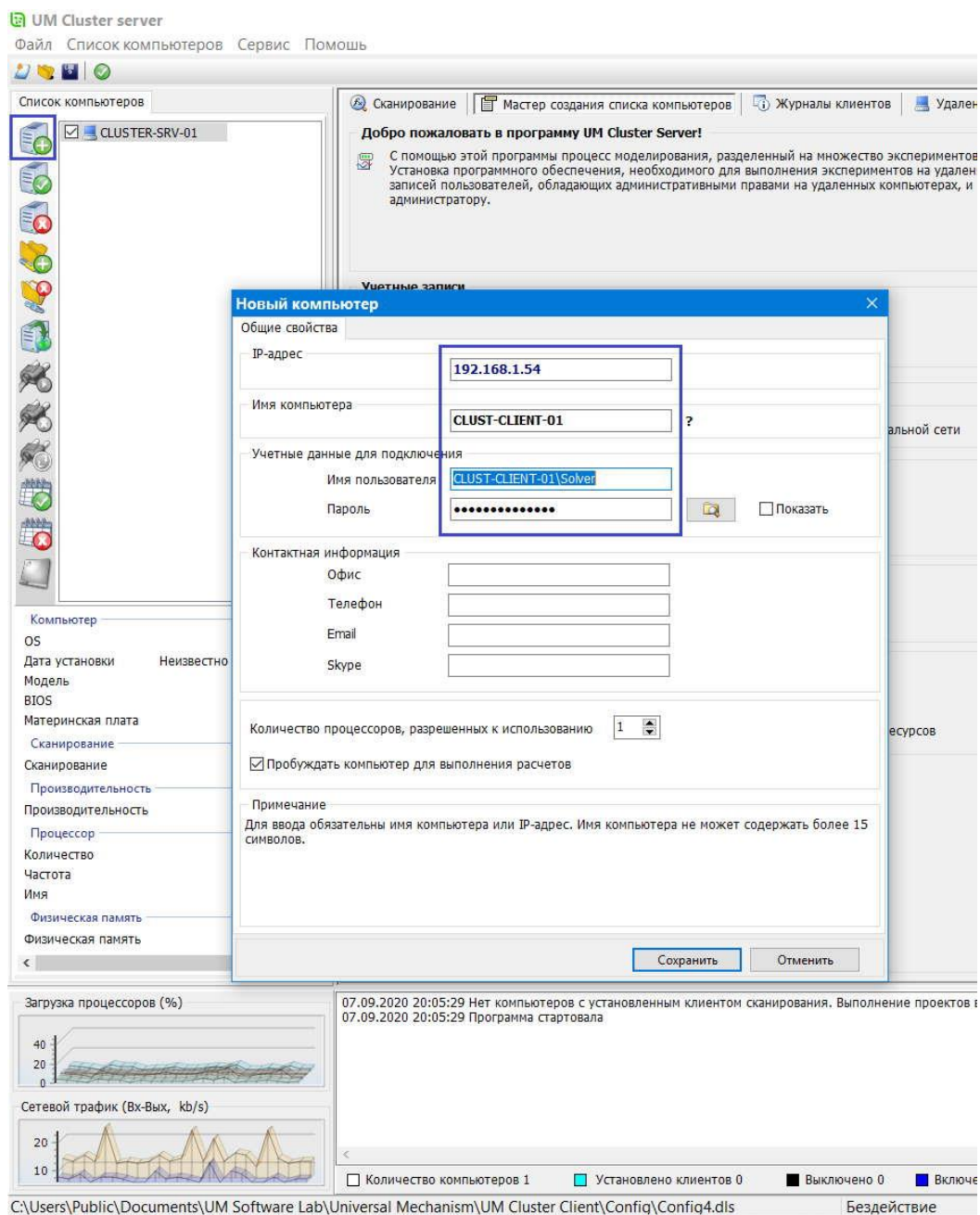


Рис. 4.2. Добавление нового компьютера в список

#### 4.1.4. Выбор компьютеров для участия в распределенных вычислениях

Для того чтобы компьютер из списка был задействован в выполнении проектов, нужно включить галочку слева от него. При попытке выбрать только что добавленный компьютер система выдала ошибку, выделенную на рис. 4.3.

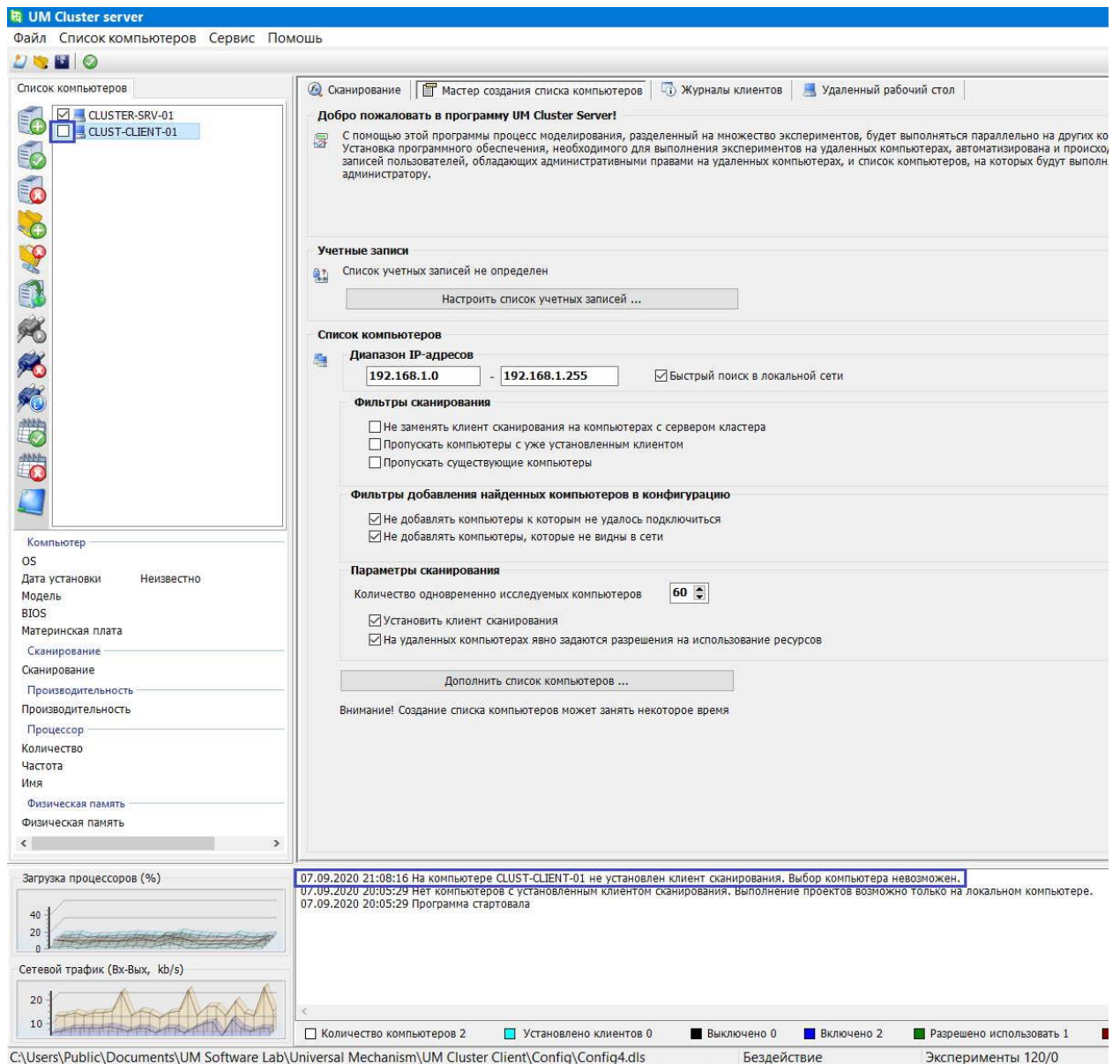


Рис. 4.3. Невозможно выбрать компьютер для участия в проектах

Смысл этой ошибки в том, что сервер "не знает", установлен ли клиент кластера на только что добавленном компьютере. При добавлении компьютера это не проверяется.

Сервер может определить наличие клиента на удаленном компьютере двумя способами: получить параметры этого компьютера или выполнить форсированную переустановку клиента на этом компьютере.

Попробуем получить параметры только что добавленного нами компьютера, нажав на кнопку **Получить информацию о компьютере**, выделенную на рис. 4.4.

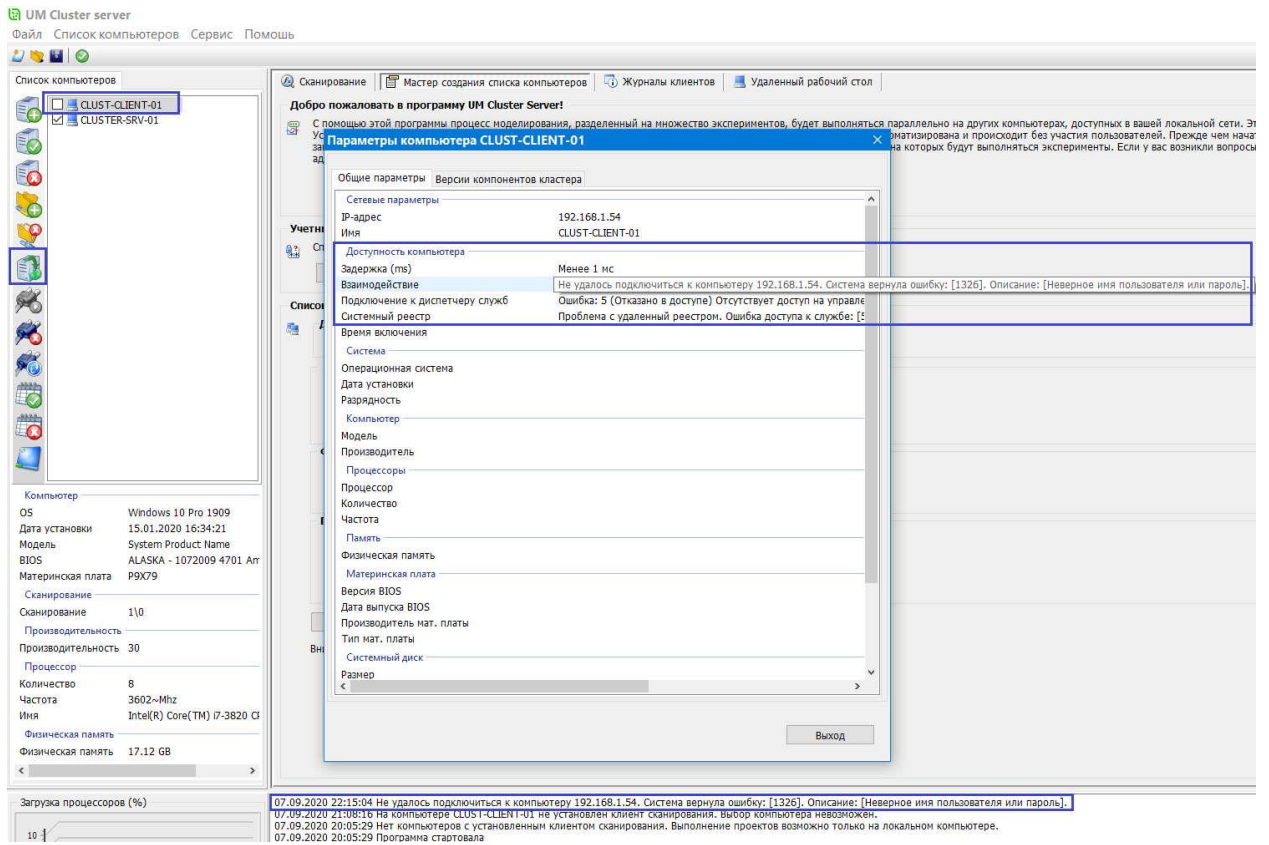


Рис. 4.4. Отказано в доступе к компьютеру при получении его параметров

Вспомните, мы умышленно ввели неверный пароль, поэтому при подключении к компьютеру программа выдала ошибку **Неверное имя пользователя или пароль**. Протокол событий сервера кластера находится в нижней части окна сервера, см. рис. 4.4. Эту операцию выполнить не удалось.

Все компоненты кластера тесно связаны с сервисами операционной системы Windows. В случае отсутствия доступа к этим сервисам или их ненормальной работы, в главном журнале программы или в контекстных элементах управления можно увидеть сообщение с кодом ошибки и ее описание. Как правило, этого достаточно, чтобы идентифицировать проблему и устранить ее.

Выберите добавленный компьютер в списке, дважды щелкните по нему мышью и в появившемся окне свойств компьютера замените пароль на правильный. Теперь попробуйте получить параметры компьютера снова.

На рисунке ниже видно, что подключение к удаленному компьютеру выполнилось без ошибок и сервер кластера смог определить параметры этого компьютера.

Теперь мы можем выбрать этот компьютер, и он будет задействован в распределенных вычислениях.

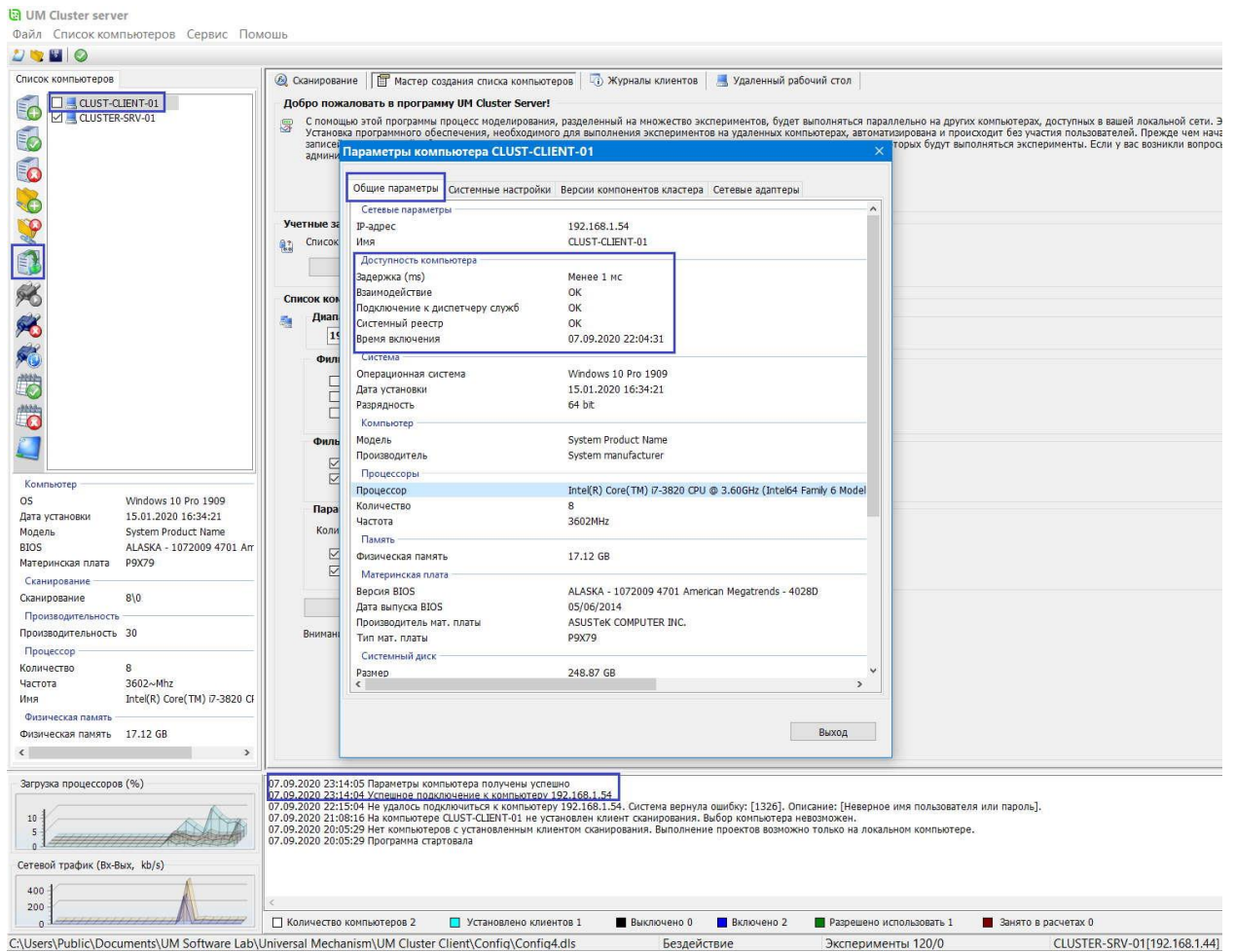


Рис. 4.5. Успешное получение параметров компьютера

### 4.1.5. Добавление третьего компьютера в кластер

Добавьте в текущий список компьютеров еще один, предварительно настроенный с помощью программы **UM Monitor**. В этом документе будет добавлен компьютер с адресом 192.168.1.38, в вашем случае это будет другой адрес.

Для этого вам необходимо повторить шаги, описанные в п. 3.1.2 "Установка клиентской части на компьютер", с. 5 и п. 4.1.3 "Добавление удаленного компьютера в список клиентских компьютеров", с. 9. Выберите этот компьютер для участия в распределенных вычислениях, предварительно проверив его доступность так, как это было описано в п. 4.1.4 "Выбор компьютеров для участия в распределенных вычислениях", с. 10.

Теперь в вашем списке три компьютера, включая сервер кластера.

### 4.1.6. Форсированная установка клиентской части на удаленные компьютеры

Сейчас, когда мы имеем в нашем кластере три только что проверенных компьютера, операция по принудительной переустановке клиентских компонентов не является обязательной, и мы уже можем приступить к выполнению распределенных проектов.

Однако в процессе дальнейшей эксплуатации кластера вам придется время от времени выполнять эту операцию. Причина в том, что вы работаете в распределенной системе. Вы не можете полагаться на то, что компьютеры, которые сервер кластера считает клиентскими, будут находиться в пригодном для использования состоянии через какой-то, пусть даже не очень большой промежуток времени.

Когда сервер кластера выполнит проверку компьютеров и переустановку клиентских компонентов, вы будете уверены, что все компьютеры вашего списка готовы к использованию в распределенных вычислениях. Если в процессе установки, на каком-нибудь из компьютеров будут выявлены проблемы, он потеряет статус клиентского компьютера, и вы узнаете об этом не в процессе выполнения проекта, а заранее.

Для установки клиентских программ необходимо выполнить следующие действия.

1. Выделите все компьютеры в списке с помощью клавиш *Ctrl+A*.
2. Нажмите кнопку **Установить клиентские программы на компьютер** (*Ctrl+I*).

Сервер выполнит установку (переустановку) клиентских программ на компьютеры. Это действие будет выполнено для всех выбранных компьютеров, даже для тех компьютеров, у которых версии клиентских компонентов совпадают с версиями на вашем сервере, см. рис. 4.6.

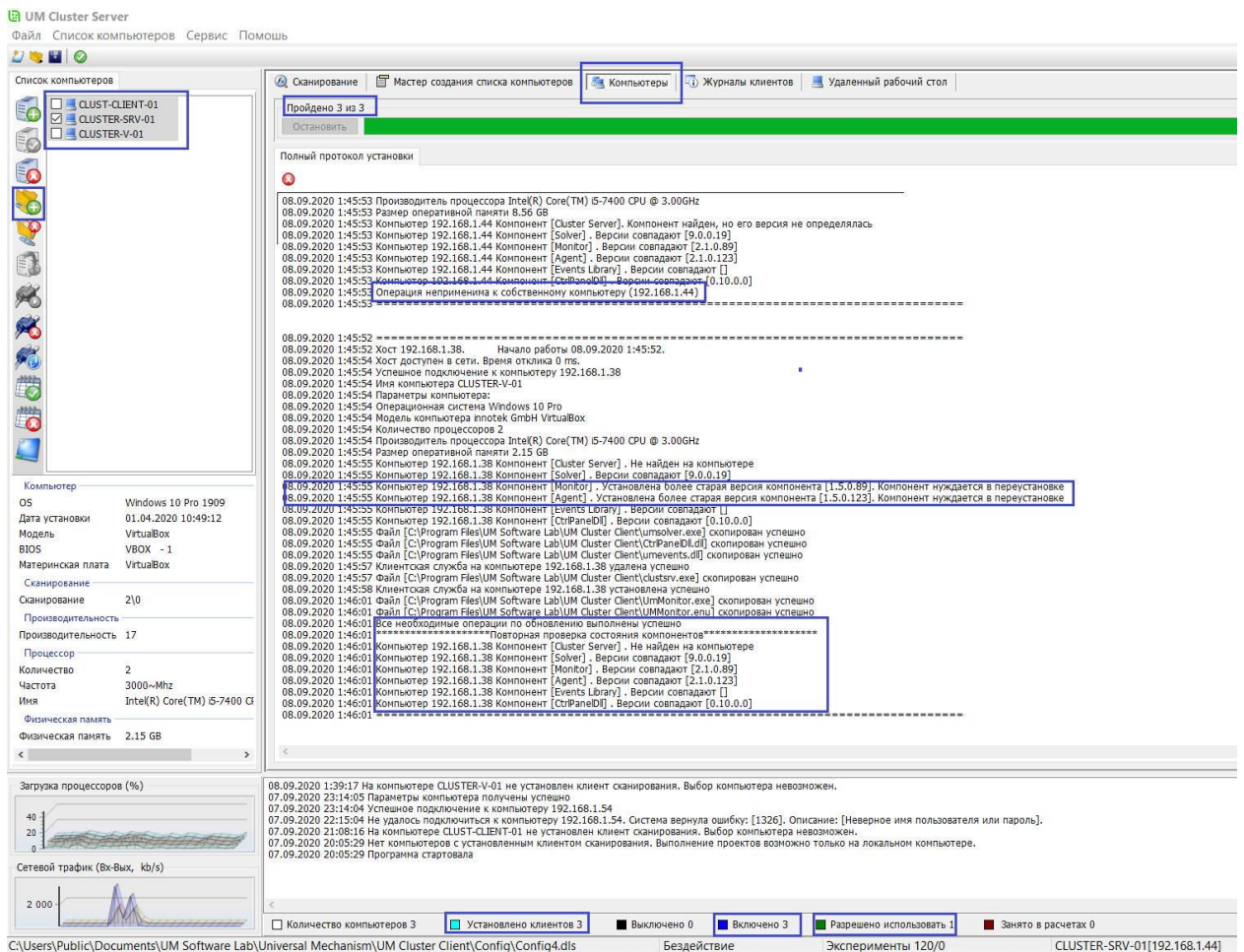


Рис. 4.6. Установка (обновление) клиентских программ с сервера кластера

В процессе установки клиентских компонентов сервер кластера производит подробную регистрацию всех событий. Так из протокола установки видно, что операция обновления на самом сервере кластера бессмысленна, а последний добавленный в список компьютер имел устаревшие клиентские компоненты, которые были обновлены. В случае возникновения ошибок, подробная информация о них так же будет записана в протокол.

Сама процедура установки распараллелена, занимает считанные секунды, не требует перезагрузки удаленных компьютеров и не вызывает никакого дискомфорта для пользователей, работающих за этими компьютерами интерактивно.

## 5. Подготовка к запуску проекта

Теперь, когда мы создали простой кластер, состоящий из трех компьютеров, и убедились в работоспособности клиентских компонентов, мы уже готовы к запуску проектов. Все аспекты работы **UM Cluster**, его настройки, выполнение проектов подробно описаны в [основной документации](#). В этом документе необходимо упомянуть несколько важных нюансов.

- Ход выполнения расчетов конфигурируется настройками на серверной и клиентской стороне. Настройки по умолчанию оптимальны для выполнения небольших проектов. Сервер кластера по умолчанию принимает участия в расчетах, так же, как и клиентские компьютеры. В нашем примере, когда в кластер входит небольшое количество компьютеров, его участие в расчетах вполне оправдано. Но по мере роста числа клиентских компьютеров сервер требует все больше системных ресурсов для управления процессом вычисления, а его удельный вес в общем объеме вычислений уменьшается. Поэтому, если в проекте принимает участие 10 и более компьютеров, рекомендуется отключить параметр **Разрешить использование этого компьютера в качестве клиента кластера** в настройках **UM Cluster Server**, см. рис. 5.1.
- Как при инсталляции клиентской части из автономного пакета установки, так и при установке её с сервера кластера на удаленный клиентский компьютер разрешается использование *всех* процессоров. Это может внести неудобство в работу интерактивных пользователей во время выполнения проектов. Количество разрешенных к использованию кластеру процессоров можно ограничить индивидуально для каждого компьютера, как на клиентской, так и на серверной стороне.
- Все главные компоненты кластера: **сервер, монитор и агент** регистрируют важные события в специальном системном журнале, который создается в момент установки клиентской программы на компьютере. Содержимое журнала можно просматривать как стандартными средствами операционной системы, так и непосредственно из сервера кластера.
- Сервер кластера в начале выполнения проекта может включать удалённые компьютеры по сети и выключать их по завершении расчетов. Как правило, в пользовательских операционных системах возможность удаленного включения заблокирована. Для активации этой функции клиентские компьютеры должны быть предварительно настроены.

Разрешим серверу использовать половину имеющихся у него процессоров для выполнения расчетов с помощью программы **UM Monitor**. Для этого сделайте следующие действия.

- Разверните программу **UM Monitor**, которая по умолчанию свернута в правом нижнем углу экрана.
- Перейдите на вкладку **Расписание**.
- Из выпадающего списка **Шаблоны** выберите пункт **Разрешить половину процессоров**, см. рис. 5.2

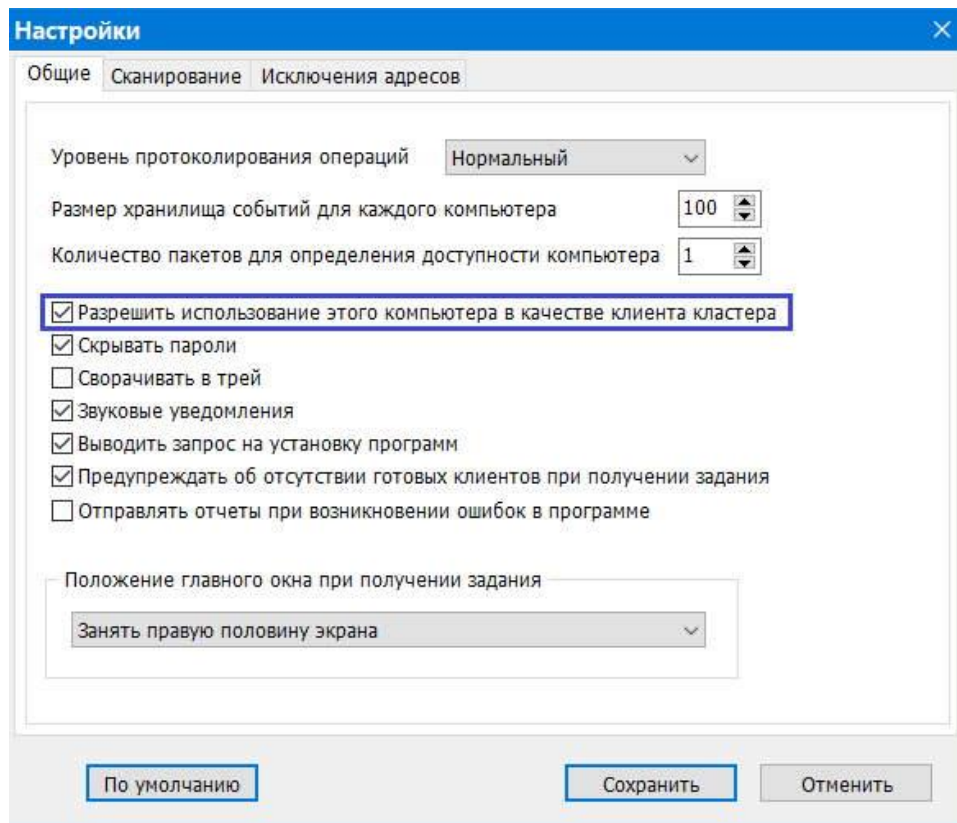


Рис. 5.1. Настройки сервера кластера. Сервер кластера тоже будет выполнять вычисления.

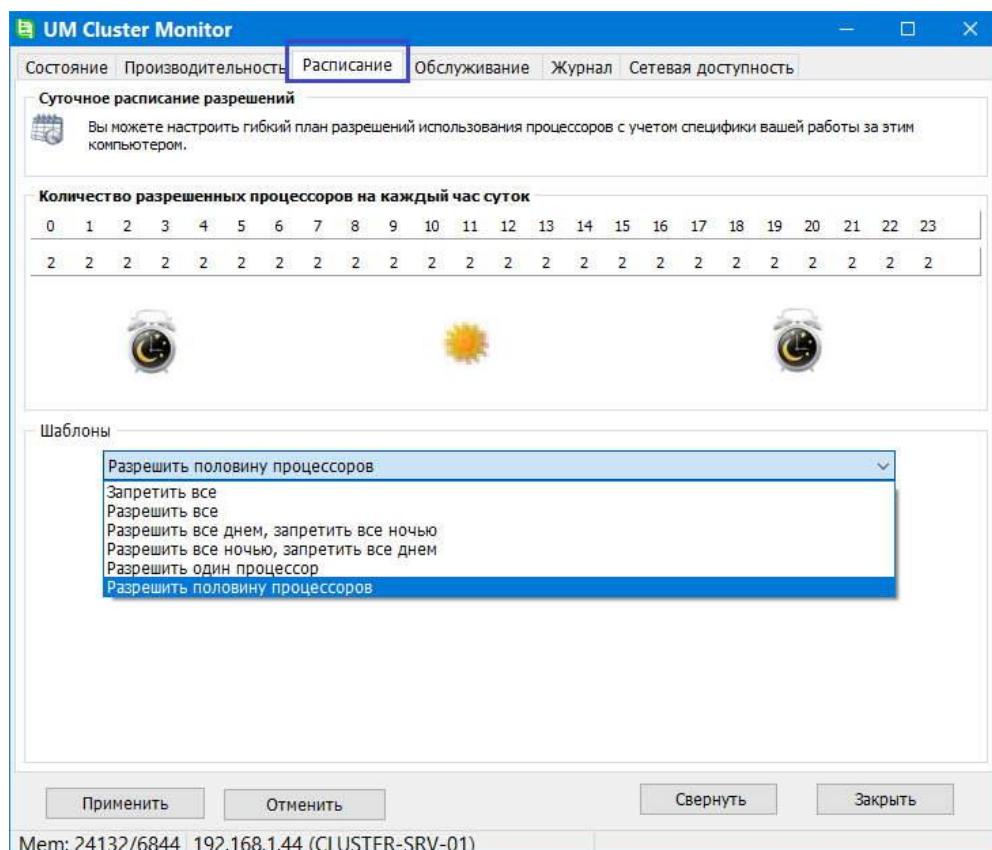


Рис. 5.2. UM Monitor: почасовое разрешение на использования процессоров

## 6. Запуск проекта

Из программы **UM Simulation** запустим простой демонстрационный проект, входящий в дистрибутив UM, так как это показано на рис. 2.1.

Один из добавленных нами компьютеров в процессе выполнения проекта будет автоматически включаться по сети, так как в свойствах компьютера установлено разрешение на эту операцию, см. рис. 4.2, параметр **Пробуждать компьютер для выполнения расчетов**.

Статистическая информация о ходе выполнения проектов находится на вкладке **Расчитанные проекты**, см. Рис. 6.2.

Более детально с работой системы распределенных вычислений можно ознакомиться в [основной документации](#).

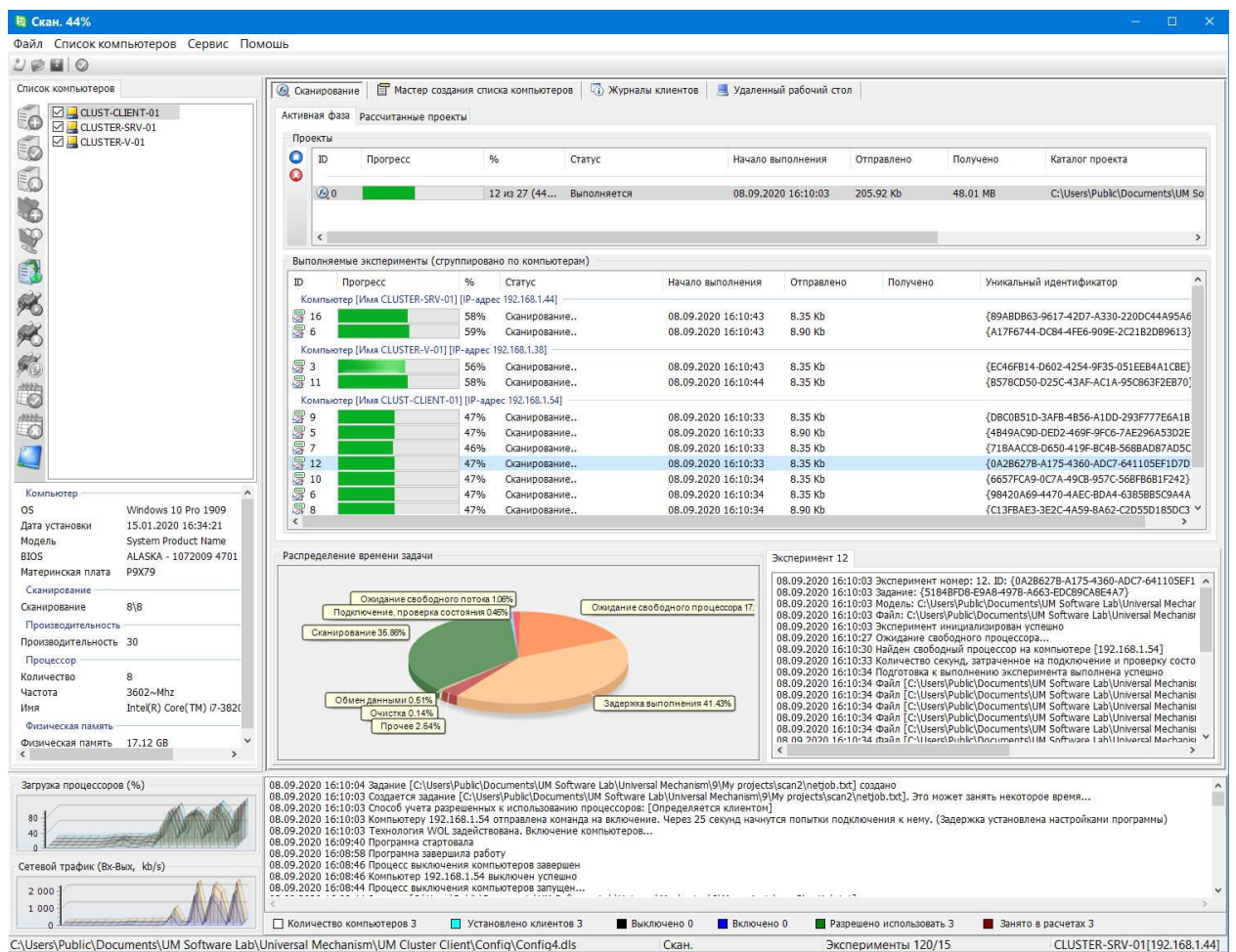


Рис. 6.1. Выполнение проекта

The screenshot displays the UM Cluster Server management console. The main window is titled 'Сканирование' (Scanning) and shows the 'Активная фаза' (Active phase) as 'Расчетные проекты' (Computational projects). The interface is divided into several sections:

- Список компьютеров (Computer List):** Lists three computers: CLUST-CLIENT-01, CLUSTER-SRV-01, and CLUSTER-V-01.
- Свойства компьютера (Computer Properties):** Shows details for 'Компьютер' (Computer), including OS (Windows 10 Pro 2004), Date installed (19.09.2020 21:13:01), Model (System Product Name), BIOS (4701), Motherboard, Scanning (8/2), Productivity (30), Processor (8 cores, 3602-Mhz), and Physical memory (17.12 GB).
- Задачи (Tasks):** A table listing completed tasks with columns for ID, Execution time, Start, End, Sent, Received, Project Catalog, and Unique Identifier.
- Выполненные эксперименты (Completed Experiments):** A table listing experiments with columns for Model, ID, Status, Computer, Execution time, Creation time, Start, End, Completion, and Copy time.
- Распределение времени задачи (Task Time Distribution):** A 3D pie chart showing the following distribution:
  - Сканирование (Scanning): 68.5%
  - Ожидание свободного процессора (Waiting for free processor): 20.7%
  - Обмен данными (Data exchange): 5%
  - Очистка (Cleaning): 1.6%
  - Подключение, проверка состояния (Connection, status check): 3.4%
  - Ожидание свободного потока (Waiting for free stream): 0.1%
- Протокол текущего эксперимента (Current Experiment Protocol):** A log window showing the sequence of events, including task creation and execution.
- Графики (Charts):** Two line graphs at the bottom left show 'Загрузка процессоров (%)' (Processor load) and 'Сетевой трафик (Вх-Вых, kb/s)' (Network traffic).
- Сводная информация (Summary):** A status bar at the bottom indicates: 3 computers, 4 clients, 0 excluded, 3 included, 3 allowed to use, and 0 busy in calculations.

Рис. 6.2 Информация о завершенных проектах