

## Введение

Дисциплина «Системное администрирование» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин основной образовательной программы направления 230100 «Информатика и вычислительная техника». Дисциплина является обязательной к изучению.

Целью изучения курса «Системное администрирование» является формирование у будущих специалистов в области проектирования, создания и эксплуатации информационных систем профессионального мышления и приобретение навыков решения основных задач системного администрирования.

В результате изучения дисциплины студенты должны знать:

- основные задачи системного администрирования;
- принципы организации ввода/вывода и управление вводом/выводом в современных ОС;
- логическую и физическую организацию различных файловых систем;
- принципы обеспечения безопасности в ОС.
- принципы работы архиваторов;
- принципы организации мультзагрузочных вычислительных систем;
- основы виртуализации в вычислительных системах;
- классификацию системного программного обеспечения.

Должны уметь:

- выбирать (обосновывая свой выбор) то или иное программное средство;
- расширяющее возможности операционной системы, в зависимости от решаемых задач;
- пользоваться различными утилитами по настройке ОС;
- администрировать ОС персонального компьютера;
- организовывать работу нескольких пользователей на одном компьютере;
- сравнивать и оценивать различные методы дефрагментации дисковых накопителей;
- применять известные методы и средства поддержки информационной безопасности в компьютерных системах;
- проводить сравнительный анализ, выбирать методы и средства, оценивать уровень защиты информационных ресурсов в прикладных системах.

Должны владеть:

- навыками настройки операционной системы в соответствии с предъявляемыми требованиями;
- установкой и настройкой дополнительного программного обеспечения, направленного на решение задач администрирования в вычислительной системе;
- построением программных систем, использующих сервисы и механизмы безопасности, протоколы аутентификации.

Полученные знания и умения необходимы при последующем изучении ряда профильных дисциплин таких, как «Корпоративные информационные системы и технологии», «Защита информации», «Информационное обеспечение систем автоматизации проектирования».

# 1. Общие сведения о системном администрировании

*«Системное администрирование — не роскошь,  
а объективная необходимость!»*

## 1.1. Что такое системное администрирование?

Сегодня уже невозможно представить себе работу предприятия без компьютерной техники, совокупность которой является определенной вычислительной системой, предназначенной для решения самых разнообразных задач.

Как правило, вычислительная система состоит из следующих компонентов:

- вычислительное оборудование;
- коммутационное оборудование;
- вспомогательное инженерно-техническое оборудование;
- каналы связи;
- прикладное программное обеспечение (ППО);
- системное программное обеспечение (СПО).

*Системное администрирование — это процесс управления, технического обслуживания и проведения других технических и административных мероприятий, направленных на поддержание вычислительной системы в рабочем состоянии.*

При сложности и многообразии компьютерной техники заниматься системным администрированием может только специалист, обладающий необходимыми знаниями и навыками.

Системное администрирование на предприятиях может быть организовано по одному из двух вариантов: первый — нанять системного администратора в штат; второй — пользоваться услугами сторонней организации, специализирующейся на подобных работах. Жизнь показывает, что все больше предприятий отдают предпочтение второму варианту в силу его экономичности. Особенно удобным является абонентское обслуживание предприятия, так как этот вариант сотрудничества с одной стороны, гарантирует заказчику постоянство в обслуживании техники «одними руками», а с другой дает возможность исполнителю планировать свои работы, что положительно влияет на качество работ.

Системное администрирование включает следующий комплекс услуг:

- выбор, установка и настройка операционных систем и различного системного программного обеспечения;
- подбор оборудования, инсталляция и настройка локальных компьютерных сетей;
- обучение персонала заказчика, связанного с обслуживанием компьютерной техники;
- другие услуги, связанные с эксплуатацией информационных систем.

## 1.2. Кто такой системный администратор?

Начнем с самого обычного определения:

*Системный администратор — это специалист, который отвечает за работоспособность компьютерного оборудования (серверов, сетевых устройств, персональных компьютеров, принтеров, факсов, сканеров, копиров) и системного программного обеспечения.*

Из приведенного выше определения следует, что системный администратор имеет дело только с «железом» и софтом. Однако в реальной жизни одним из важнейших факторов, влияющих на деятельность системного администратора, является пользователь. Удобство и бесперебойность работы пользователя часто служит критерием эффективности системного администрирования в организации.

Поэтому уточним определение.

*Системный администратор занимается обслуживанием пользователей в области компьютерной техники и системного программного обеспечения и отвечает за работоспособность всех элементов вычислительной системы.*

### 1.2.1. Описание профессии

Общие должностные обязанности системного администратора, как специалиста, включают: обеспечение штатной работы компьютерной техники, операционных систем, системных программ и контроль за уровнем информационной безопасности.

Условно системных администраторов можно разделить на четыре категории:

- администратор WEB-сервера — занимается установкой, настройкой и обслуживанием программного обеспечения WEB-серверов;
- администратор баз данных — управляет базами данных через СУБД;
- администратор сети — в его обязанности входят разработка и обслуживание сетей, обеспечение безопасности передачи данных во внутренней сети компании и при взаимодействии с внешними сетями;
- администратор безопасности сети — отвечает за информационную безопасность данных компании.

Виды деятельности:

- установка и конфигурирование необходимых операционных систем;
- установка и конфигурирование необходимых обновлений для операционной системы и используемых программ;
- резервное копирование данных, их проверка и уничтожение в случае надобности;
- установка и настройка дополнительного аппаратного и программного обеспечения;
- администрирование пользовательских учетных записей;
- контроль за уровнем информационной безопасности;
- планирование и проведение работ по расширению структуры сети;

– работа с технической документацией.

Места работы:

- IT-компания;
- IT-отделы и департаменты средних и крупных компаний;
- отделы технической поддержки пользователей или клиентов;
- любые другие компании, пользующиеся в своей работе компьютером и Интернетом.

Профессиональные навыки:

- знания в области ИТ;
- технический английский язык

### **1.2.2. Что должен уметь системный администратор?**

Не секрет, что в любой профессии есть несколько составляющих, знание которых и наличие практических навыков определяют уровень специалиста в той или иной отрасли.

Одна из таких составляющих — *техническая*, она относится собственно к предмету той деятельности, которую выполняет сотрудник. Для системного администратора — это познания в области устройства оборудования, вычислительных сетей, операционных систем и системного программного обеспечения, баз данных, умение внятно формулировать техническую проблему, пользоваться многочисленными источниками информации (книги, журналы, доски объявлений и другие ресурсы в Интернете) для поиска решения проблемы.

Но все большее значение приобретает другая сторона деятельности администратора — *функциональная*.

Необходимо организовать работу таким образом, чтобы:

- 1) проблемы и перебои в компьютерном обеспечении сотрудников компании свести к минимуму;
- 2) потребности в изменениях (замена устаревшего оборудования, получение новых прав и полномочий, приобретение и установка нового ПО) удовлетворялись в срок и с минимальными затратами как стоимостными, так и временными;
- 3) смена версий ПО и замена оборудования не приводили к проблемам, упомянутым в п.1;
- 4) в случае локальных проблем (отказ винчестера ПК) или глобальных аварий (отказ серверов или сетевых устройств, отключение электропитания, пожар) сотрудники компании могли бы продолжать работу;
- 5) отчеты, которые ложатся на столы руководителей, содержали бы достоверные и непротиворечивые данные;
- 6) сотрудники компании активно использовали хотя бы некоторые возможности средств автоматизации делопроизводства и документооборота.

Рассматривая системное администрирование в таком ключе, легко понять, что область деятельности здесь чрезвычайно широка, и расти профессионально в ней можно практически бесконечно. Что касается карьерного роста, то чаще всего — это один из двух вариантов: системный администратор может вырасти до начальника отдела информационных технологий либо возглавить собственную компанию.

### **1.2.3. Системный администратор и современный рынок труда**

По данным агентств по подбору персонала, «в роли системного администратора работодатель видит открытого к общению, ответственного, внимательного, способного работать в коллективе мужчину до 35 лет с высшим техническим образованием, аналитическим складом ума и системным подходом к работе, владеющего техническим английским языком. Это должен быть человек, не только прекрасно разбирающийся в «железе», но и способный быстро ориентироваться в различных областях знаний, так или иначе связанных с системным администрированием».

Необходимо отметить, что работодателю иногда не нужен человек с большим опытом работы, так как есть возможность повысить квалификацию по ходу работы. Такая практика распространена в компаниях, работающих в сфере информационных технологий. Ряд работодателей придерживается противоположенной точки зрения, желая, чтобы их будущий системный администратор был обладателем различных сертификатов, свидетельствующих о его высоком профессиональном уровне в области администрирования серверных продуктов для различных аппаратных платформ и ОС.

Многие работодатели обращают внимание на опыт работы в сфере системного администрирования, хотя из практики известно, что опыт работы совсем не гарантирует высокую квалификацию соискателя. Большое внимание при приеме на работу обращают на способность и желание к обучению, навыки практической работы.

Профессия системного администратора изначально считается «мужской». Связано это с тем, что системными администраторами чаще всего становятся инженеры, в круг обязанностей которых входит черновая работа по прокладке локальной сети. Число женщин, работающих в должности системного администратора, несопоставимо с числом мужчин, выбравших эту профессию. Однако появление новых беспроводных технологий может в ближайшее время изменить ситуацию.

В описание вакансии при поиске кандидата на должность системного администратора в перечень основных задач специалиста обычно включают следующее: установка и конфигурирование нового аппаратного и программного обеспечения, управление пользовательскими учетными записями, разработка и реализация политики информационной безопасности компании, устранение неполадок в системе, подготовка и сохранение резервных копий данных.

Одной из проблем в работе системного администратора является проблема общения с пользователями. Системный администратор должен уметь, общаясь с большим количеством людей, спокойно выслушивать их и без раздражения устранять имеющиеся проблемы. Кроме того, системный администратор непременно должен отличаться «отказоустойчивостью в критических ситуациях».

Немаловажен и психологический момент, связанный с доступом системного администратора к компьютеру любого сотрудника. Вот что по этому поводу пишет Алексей Гой [ 21], системный администратор офиса компании «Домотехника» (штат — 160 чел.): «Конечно, никому не нравится, что сисадмины могут в любой момент посмотреть личную почту и файлы, но тут никуда не денешься. В принципе, все зависит от самого сисадмина. Если он не закрывается с умным видом в коморке и не пугает пользователей бегающим курсором без их ведома и угрозами «а что это за фотографии я видел у тебя в компьютере?», то людям будет спокойней, когда они знают, что, даже имея всеобщий доступ, сисадмин не полезет без спроса в личную жизнь».

По наблюдениям сотрудников агентств по подбору персонала, главная ошибка работодателя — желание совместить в одном человеке и программиста, и системного администратора. В настоящее время есть еще немало организаций, в которых системный администратор полностью удовлетворяет или должен удовлетворять приведенному ранее определению. Такому системному администратору приходится совмещать множество обязанностей, а поддерживать все ИТ-хозяйство на должном техническом и функциональном уровне крайне сложно.

К счастью, область информационных технологий (ИТ) развивается стремительно и идет заметный переход от натурального хозяйства к разделению труда: появляются отдельные, для многих пока непривычные, профессии, из которых наиболее близко к системному администратору стоят технический эксперт, специалист по ИТ-безопасности, сервис-инженер, специалист по обслуживанию пользователей и оператор (диспетчер) центра поддержки. В связи с этим при поиске кандидата на место системного администратора необходимо четко определить функциональные обязанности будущего сотрудника. Как показывает практика, в крупных компаниях многочисленные задачи, связанные с обеспечением безотказной работы вычислительной системы, делятся между несколькими сотрудниками — системными администраторами, каждый из которых решает строго определенный круг задач. Например, администрирование рабочих станций, администрирование вычислительной сети, администрирование пользователей и т.д.

Размер заработной платы системного администратора зависит от опыта и знаний претендента и задач, которые перед ним стоят. Немаловажным при обсуждении размера заработной платы является размер компании, число

поддерживаемых администратором рабочих мест, состав и состояние аппаратных средств.

Помимо прочего, работодатели мотивируют системных администраторов не только материально, но и с помощью всевозможных бонусов и социальных пакетов. Традиционно системные администраторы очень любят свободный график. Некоторым специалистам гораздо проще управлять работой офиса удаленно, хотя такой режим работы подходит только для небольших компаний. По словам одного из опытных системных администраторов, «если сисадмина поставить в жесткие рамки, но при этом дать ему большую зарплату, то вовсе не факт, что он останется только из-за материальной выгоды, предпочтя вознаграждение свободному графику».

### **1.3. Основные задачи системного администратора**

Ниже приводится перечень задач, решение которых обычно возлагается на системных администраторов. Совсем не обязательно, чтобы эти функции выполнял один сотрудник. Как отмечалось ранее, эта работа может быть распределена среди нескольких администраторов. Но в этом случае обязательным является наличие главного администратора — сотрудника, который понимал бы все поставленные задачи и обеспечивал их выполнение другими людьми.

#### **1.3.1. Выбор и установка операционной системы**

Как известно, *операционная система* (ОС) компьютера представляет собой комплекс взаимосвязанных программ, который действует как интерфейс между приложениями и пользователями с одной стороны, и аппаратурой компьютера с другой. При выборе операционной системы необходимо прежде всего учитывать, какие задачи будет выполнять компьютер, на который система устанавливается. Если компьютер будет использоваться в качестве выделенного сервера, то на выбор ОС могут повлиять технические требования. Если же компьютер будет выступать в роли рабочей станции, то важнейшими факторами, которые нужно учитывать при выборе ОС, будут число пользователей, разделяющих один компьютер, и уровень их компьютерной подготовки.

#### **1.3.2. Подключение и удаление пользователей**

Создание учетных записей для новых пользователей и удаление учетных записей тех пользователей, которые уже уволены, является одной из задач системного администратора. Процесс добавления пользователей в систему можно автоматизировать, но решения, от которых зависят добавление и работа нового пользователя, должен принимать системный администратор. При удалении учетной записи пользователя необходимо удалить все файлы и каталоги, связанные с этой учетной записью, что позволит освободить место на диске и как следствие иногда повысить производительность системы.

### **1.3.3. Подключение и удаление аппаратных средств**

В случае приобретения новых аппаратных средств или подключения уже имеющихся аппаратных средств к другой машине систему нужно сконфигурировать таким образом, чтобы она распознала и использовала эти средства. В ряде случаев для корректной работы нового оборудования требуется установить специальные системные программные средства — *драйверы*, используя которые ОС сможет получить доступ к аппаратному обеспечению. Изменение конфигурации, связанное с подключением нового оборудования, может быть как простой задачей (например, подключение устройства печати), так и достаточно сложной (например, подключение сканера).

### **1.3.4. Резервное копирование**

Выполнение резервного копирования является одной из наиболее важных задач системных администраторов. Процедура резервного копирования довольно утомительна и занимает много времени, но выполнять ее необходимо. Ее можно автоматизировать или поручить подчиненным, но все равно системный администратор обязан убедиться в том, что резервное копирование выполнено правильно и по графику.

### **1.3.5. Инсталляция новых программных средств**

Приобретение нового программного обеспечения порождает две задачи: ПО нужно инсталлировать и протестировать. Если программы работают нормально, необходимо уведомить пользователей об их наличии и сообщить, как к ним обратиться. При инсталляции локального программного обеспечения следует придерживаться простого правила: ПО нужно инсталлировать туда, где его можно будет легко отличить от программных средств, поставляемых в составе операционной системы. Такой подход значительно упрощает задачу расширения операционной системы, поскольку исчезает опасность уничтожения локального программного обеспечения в ходе подобного расширения.

### **1.3.6. Мониторинг системы**

Среди задач системного администратора есть задачи, которые требуется выполнять ежедневно. Например, проверка правильности функционирования электронной почты и телеконференций, просмотр регистрационных файлов на предмет наличия ранних признаков неисправностей, контроль за подключением локальных сетей, контроль за наличием системных ресурсов.

### **1.3.7. Поиск неисправностей**

Различные операционные системы и аппаратные средства, на которых они работают, время от времени выходят из строя. Задача администратора — диагностировать сбои в системе и в случае необходимости



вызвать технических специалистов. Как правило, найти неисправность бывает намного сложнее, чем устранить ее.

### **1.3.8. Ведение локальной документации**

Настраивая конфигурацию под конкретные требования, администратор вскоре обнаруживает, что она значительно отличается от конфигурации, описанной в документации (базовой конфигурации). Поэтому системный администратор должен документировать все устанавливаемые программные средства, не входящие в стандартный комплект поставки, документировать разводку кабелей, вести записи по обслуживанию всех аппаратных средств, регистрировать состояние резервных копий, документировать локальные процедуры и правила работы с системой.

### **1.3.9. Контроль защиты**

Системный администратор должен реализовывать стратегию защиты и периодически проверять, не нарушена ли защита системы. В системах с низким уровнем безопасности эта процедура может быть сведена всего к нескольким текущим проверкам на предмет несанкционированного доступа. В системах с высоким уровнем безопасности обычно применяется сложная структура ловушек и программ контроля.

### **1.3.10. Оказание помощи пользователям**

Задача «оказание помощи пользователям в решении различных проблем» редко включается в должностную инструкцию системного администратора, однако выполнение подобного рода обязанностей занимает значительную часть рабочего времени последнего. При этом работа с пользователями должна быть построена так, чтобы уровень их компьютерной подготовки возрастал с решением тех или иных проблем, а деятельность системного администратора сокращала число потенциальных обращений пользователей.

## **1.4. Системное администрирование и системное программное обеспечение**

Системное программное обеспечение (СПО) является частью программного обеспечения вычислительной системы, знать и уметь настраивать которое должен системный администратор. СПО состоит из модулей, как правило, использующихся всеми прикладными программами или для обслуживания вычислительной системы в целом.

Системное программное обеспечение предназначено:

- для создания операционной среды функционирования других программ;
- автоматизации разработки (создания) новых программ;
- обеспечения надежной и эффективной работы самого компьютера и вычислительной сети;

- проведения диагностики и профилактики аппаратуры компьютера и вычислительных сетей;
- выполнения вспомогательных технологических процессов (копирование, архивирование, восстановление файлов программ и баз данных и т.д.).

Системное программное обеспечение может быть разделено на пять групп:

1. Операционные системы.
2. Системы управления файлами.
3. Интерфейсные оболочки для взаимодействия пользователя с ОС и программные среды.
4. Системы программирования.
5. Утилиты.

Напомним, что под операционной системой обычно понимают комплекс управляющих и обрабатывающих программ, который, с одной стороны, выступает как интерфейс между аппаратурой компьютера и пользователем с его задачами, а с другой — предназначен для наиболее эффективного использования ресурсов вычислительной системы и организации надежных вычислений. Ни один вид программного обеспечения вычислительной системы, кроме ОС, не имеет непосредственного доступа к аппаратуре компьютера.

Назначение систем управления файлами — организация более удобного доступа к данным, представленным в виде файлов. Благодаря такому доступу вместо низкоуровневого доступа к данным с указанием конкретных физических адресов нужной записи используется логический доступ с указанием имени файла и записи в нем. Выделение этого вида системного программного обеспечения в отдельную категорию связано с тем, что в последние годы многие ОС позволяют работать с несколькими различными файловыми системами. Процедура добавления дополнительной файловой системы получила название «монтирование файловой системы».

Для удобства взаимодействия с ОС могут использоваться дополнительные интерфейсные оболочки, назначение которых — расширить возможности по управлению ОС. В качестве примера можно назвать различные варианты графического интерфейса X Window в UNIX-подобных ОС.

Некоторые операционные системы могут поддерживать выполнение программ, разработанных для других ОС, путем создания соответствующих операционных сред, организуемых в рамках отдельных виртуальных машин. Для решения этой же задачи используются эмуляторы, позволяющие смоделировать в одной операционной системе какую-либо другую ОС. Таким образом, термин «операционная среда» означает соответствующий интерфейс, необходимый программам для обращения к ОС с целью получить определенный сервис.

Основными элементами системы программирования являются транслятор с соответствующего языка программирования, библиотеки подпрограмм, компоновщики, отладчики, загрузчики. Любая система программирования может работать только под управлением операционной системы, под которую она создана.

Утилиты представляют собой специальные системные программы, с помощью которых можно обслуживать либо операционную систему, либо вычислительную систему. Важно понимать, что утилиты могут правильно работать только в соответствующей операционной системе. Состав утилит в той или иной вычислительной системе может быть весьма разнообразным. Набор утилит прежде всего определяется набором задач, решаемых на компьютере, и составом пользователей, решающих эти задачи. Ряд утилит устанавливается практически на любой компьютер. К таким программам можно отнести антивирусное ПО, средства архивации, файловые менеджеры. Другие утилиты, являющиеся по сути своей инструментами системного администратора, могут быть установлены на его компьютере или на рабочих станциях пользователей для решения каких-либо задач, связанных с обеспечением работоспособности и поддержки пользователя. К таким средствам СПО можно отнести средства удаленного доступа, средства контроля и мониторинга системы, средства резервного копирования и аварийного восстановления системы.

## 2. Управление вводом/выводом в операционных системах

Основной идеей, реализация которой на практике привела к созданию системного программного обеспечения, было желание предоставить прикладным программам средства обмена данными с устройствами ввода/вывода, не требующие непосредственного включения в каждую программу фрагментов кода, управляющего внешними устройствами. Сначала код, реализующий операции ввода/вывода, стали оформлять в виде системных библиотечных процедур, а затем вообще удалили из систем программирования и включили непосредственно в операционную систему. Такой подход позволил прикладным программам обращаться к коду, обрабатывающему ввод/вывод, с помощью системных вызовов. Управление вводом/выводом стало одной из основных частей системного программного обеспечения, эффективно использовать которую должен уметь системный администратор.

### 2.1. Основные концепции организации ввода/вывода в операционных системах

Управление операциями ввода/вывода считается одним из самых важных и в то же время одним из сложных разделов процесса разработки операционной системы. Сложность объясняется наличием большого числа различных по типу и назначению устройств ввода/вывода, работу которых должна поддерживать операционная система. Разработчикам операционной системы необходимо решить трудную задачу — организовать эффективное управление различными внешними устройствами, обеспечив удобный и эффективный виртуальный интерфейс устройств ввода/вывода, дающий возможность прикладным программистам легко считывать или сохранять данные, не обращая внимания на особенности отдельных устройств и проблемы распределения устройств между выполняющимися процессами. Система ввода/вывода должна быть универсальной, объединяющей в одной модели все разнообразие внешних устройств от простой мыши и клавиатур до принтеров, графических дисплеев, дисковых накопителей и даже сетей. В то же время важно обеспечить доступ к внешним устройствам для множества параллельно выполняющихся процессов, сведя к минимуму вероятность возникновения проблем, связанных с использованием последними устройств ввода/вывода.

Таким образом, при проектировании подсистемы управления вводом/выводом определяющим становится следующий принцип: **любые операции по управлению вводом/выводом являются привилегированными и могут выполняться только кодом самой операционной системы.** Для реализации этого принципа на практике в большинстве современных процессоров вводятся два режима работы: *режим пользователя* и *режим*

супервизора. Второй режим часто называют *привилегированным режимом* или *режимом ядра*. Одной из особенностей указанных режимов является то, что в режиме супервизора выполнение команд ввода/вывода разрешено, а в пользовательском режиме — запрещено. Обращение к командам ввода/вывода в прикладных программах вызывает прерывание, и управление через механизм прерываний передается коду операционной системы.

В учебнике А.В. Гордеева [3] названы три основные причины, по которым нельзя разрешать каждой отдельной пользовательской программе обращаться к внешним устройствам непосредственно:

1. *Необходимость разрешать возможные конфликты в доступе к устройствам ввода/вывода.* Например, пусть две параллельно выполняющиеся программы пытаются вывести на печать результаты своей работы. Если не предусмотреть внешнего управления устройством печати, то в результате можно получить абсолютно нечитаемый текст, так как каждая программа будет время от времени выводить свои данные, перемежающиеся с данными от другой программы. Еще один пример: одной программе необходимо прочитать данные с одного сектора магнитного диска, а другой — записать результаты в другой сектор того же накопителя. Если операции ввода/вывода не будут отслеживаться каким-то третьим (внешним) процессом-арбитром, то после позиционирования магнитной головки для первой задачи может тут же прийти команда позиционирования головки для второй задачи, и обе операции ввода/вывода не смогут выполняться корректно.

2. *Желание увеличить эффективность использования ресурсов ввода/вывода.* Например, у накопителя на магнитных дисках время подвода головки чтения/записи к необходимой дорожке и время обращения к определенному сектору могут значительно (до тысячи раз) превышать время пересылки данных. В результате, если задачи по очереди обращаются к цилиндрам, далеко отстоящим друг от друга, то полезность работы, выполняемой накопителем, может быть существенно снижена.

3. *Необходимость избавить программы ввода/вывода от ошибок.* Ошибки в программах ввода/вывода могут привести к краху всех вычислительных процессов, ибо часть операций ввода/вывода требуются самой операционной системе. В ряде операционных систем системный ввод/вывод имеет существенно более высокие привилегии, чем ввод/вывод задач пользователя. Поэтому системный код, управляющий операциями ввода/вывода, очень тщательно отлаживается и оптимизируется для повышения надежности вычислений и эффективности использования оборудования.

Управление вводом/выводом обеспечивает модуль операционной системы, который часто называют *супервизором ввода/вывода*. К основным задачам супервизора ввода/вывода относятся [4]:

1. Супервизор ввода/вывода получает запросы на ввод/вывод от прикладных задач или от программных модулей самой операционной системы. Эти запросы проверяются на корректность и, если они соответствуют спецификациям и не содержат ошибок, то обрабатываются дальше. В противном случае прикладной задаче выдается соответствующее диагностическое сообщение о некорректности запроса.

2. Супервизор ввода/вывода планирует ввод/вывод, определяя очередность предоставления устройств ввода/вывода задачам, затребовавшим эти устройства. При этом запрос на ввод/вывод либо тут же выполняется, либо ставится в очередь на выполнение.

3. Супервизор ввода/вывода инициирует операции ввода/вывода, передавая управление соответствующим драйверам, и в случае управления вводом/выводом с использованием прерываний передает диспетчеру задач право выделить процессор наиболее привилегированной задаче, стоящей в очереди на выполнение.

4. При получении запросов на прерывание от внешних устройств супервизор ввода/вывода обрабатывает эти запросы и передает управление соответствующим программам обработки прерываний.

5. Супервизор ввода/вывода осуществляет передачу сообщений об ошибках, если таковые выявляются в процессе управления операциями ввода/вывода.

6. Супервизор ввода/вывода посылает сообщения о завершении операции ввода/вывода запросившей эту операцию прикладной программе и сбрасывает признак состояния ожидания ввода/вывода, если программа ожидала завершения операции.

Таким образом, прикладные программы не могут непосредственно связываться с устройствами ввода/вывода. Однако, программа может, установив соответствующие значения параметров в запросе на ввод/вывод, определяющие требуемую операцию и количество потребляемых ресурсов, обратиться к супервизору ввода/вывода, который и запускает необходимые логические и физические операции.

Запрос на ввод/вывод оформляется в виде системного вызова с учетом требований интерфейса прикладного программирования той операционной системы, в среде которой выполняется приложение. Важно отметить, что параметры, указываемые в запросах на ввод/вывод, передаются не только в вызывающих последовательностях, создаваемых по спецификациям API, но и как данные, помещаемые в соответствующие системные таблицы.

## **2.2. Режимы управления вводом/выводом**

В современных операционных системах применяются два режима ввода/вывода: режим обмена с опросом готовности устройства ввода/вывода (рис. 2.1) и режим обмена с прерываниями.

Рассмотрим оба режима подробнее.

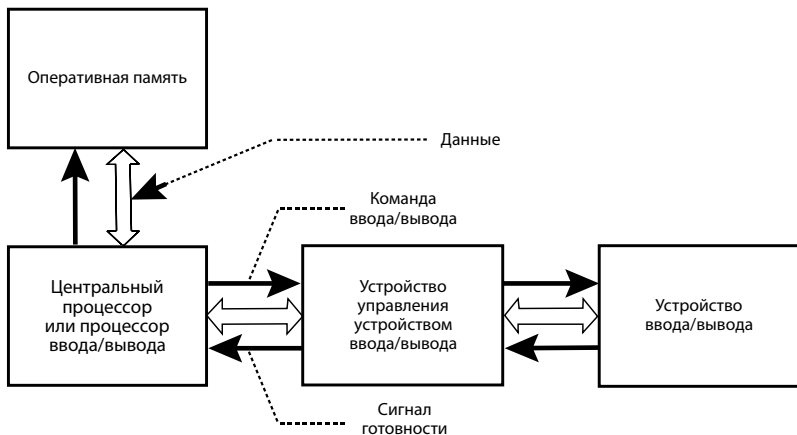


Рис. 2.1. Управление вводом/выводом с опросом готовности

Для простоты рассмотрения будем считать, что управление вводом/выводом выполняет центральный процессор. Такой вариант реализации ввода/вывода принято называть поддержкой программного канала обмена данными между внешним устройством и оперативной памятью.

### *Режим обмена с опросом готовности устройства ввода/вывода*

Итак, пусть центральный процессор посылает устройству управления командой, требующую, чтобы определенное внешнее устройство выполнило некоторое действие. Например, если речь идет об управлении дисководом, то это может быть команда на включение двигателя или команда, связанная с позиционированием магнитных головок. Устройство управления внешним устройством (УУВУ) исполняет команду, преобразуя сигналы, понятные ему и центральному процессору, в сигналы, понятные внешнему устройству. После выполнения команды внешнее устройство выдает сигнал готовности, который сообщает процессору о том, что можно передавать очередную команду для продолжения обмена данными. Из-за того, что быстродействие внешнего устройства на несколько порядков ниже быстродействия центрального процессора, последнему приходится долго ожидать сигнала готовности, постоянно опрашивая соответствующую линию интерфейса на наличие или отсутствие этого сигнала. Длительное ожидание связано с тем, что нет смысла отправлять внешнему устройству очередную команду, не дождавшись ответа об исполнении предыдущей команды. В режиме опроса готовности процессор, обрабатывая код драйвера, управляющего процессом обмена данными с ВУ, как раз и выполняет в цикле команду «проверить наличие сигнала готовности», нерационально расходуя процессорное время, которое можно было бы потратить на решение других задач.

## *Режим обмена с прерываниями*

Гораздо выгоднее, выдав команду ввода/вывода, поручить внешнему устройству самостоятельно выполнять необходимые действия или передать контроль за выполнением этой операции от центрального процессора какому-либо специализированному устройству. В этом случае можно переключить процессор на решение другой задачи, а появление сигнала о завершении операции ввода/вывода трактовать как запрос на прерывание от внешнего устройства.

Режим обмена с прерываниями реализует режим асинхронного управления вводом-выводом. Центральный процессор посылает устройству управления команду, требующую, чтобы определенное внешнее устройство выполнило некоторое действие, и на время забывает об этом устройстве, перейдя на обработку другой программы. Выполнив операцию ввода/вывода, внешнее устройство через систему прерываний выдает запрос на прерывание работы процессора. Именно такой запрос и является сигналом готовности устройства ввода/вывода.

Для того чтобы процессор, выдав внешнему устройству очередную команду на прием или передачу данных, не потерял этого устройства после переключения на выполнение других программ, может быть запущен отсчет времени, в течение которого устройство обязательно должно выполнить команду и прислать сигнал запроса на прерывание. Максимальный интервал времени, в течение которого внешнее устройство или его контроллер должен выдать сигнал запроса на прерывание, принято называть *тайм-аут*. Если после выдачи устройству очередной команды прошло больше времени, чем было указано в тайм-ауте, а устройство так и не ответило, то делается вывод о том, что связь с устройством утеряна и им больше невозможно управлять. Задача, запрошившая утерянную операцию ввода/вывода, получают соответствующее диагностическое сообщение.

В учебнике А. В. Гордеева [3] дано достаточно подробное описание действий драйвера, работающего в режиме прерываний. Драйвер, представляющий собой сложный комплекс программных модулей, рассматривается как набор, имеющий несколько секций: *секцию запуска*, одну или несколько *секций продолжения* и *секцию завершения*.

«*Секция запуска* инициирует операцию ввода/вывода. Эта секция запускается для включения устройства ввода/вывода или просто для инициализации очередной операции ввода/вывода.

*Секция продолжения* (их может быть несколько, если алгоритм управления обменом данными сложный и требуется несколько прерываний для выполнения одной логической операции) осуществляет основную работу по передаче данных. Эта секция, собственно говоря, и является основным обработчиком прерывания. Поскольку используемый интерфейс может потребовать для управления вводом/выводом несколько последовательностей управляющих команд, а сигнал прерывания у



устройства, как правило, только один, то после выполнения очередной секции прерывания супервизор прерываний при следующем сигнале готовности должен передать управление другой секции. Это делается путем изменения адреса обработки прерывания после выполнения очередной секции, а если имеется только одна секция продолжения, она сама передает управление в ту или иную часть кода подпрограммы обработки прерывания.

*Секция завершения* обычно выключает устройство ввода/вывода или просто завершает операцию» [3].

А.В. Гордеев отмечает, что «управление операциями ввода/вывода в режиме прерываний требует значительных усилий со стороны системных программистов — такие программы создавать сложнее» [3]. В качестве примера приводится ситуация с драйверами печати в операционных системах Windows. В обеих ветвях этой ОС (Windows 9x и Windows NT соответственно) печать через параллельный порт осуществлялась не в режиме с прерываниями (как это сделано в ОС других производителей) а в режиме опроса готовности, что приводило к 100%-ной загрузке центрального процессора на все время печати. Выполнение других задач, запущенных на исполнение, осуществлялось исключительно за счет того, что упомянутые операционные системы поддерживают вытесняющую мультизадачность, время от времени прерывая процесс управления печатью и передавая центральный процессор остальным задачам.

### **2.3. Основные системные таблицы ввода/вывода**

Для контроля выполнения операций ввода/вывода и учета состояния всех ресурсов, занятых в процессе передачи данных, операционная система должна иметь соответствующие информационные структуры. Такие информационные структуры, называемые таблицами ввода/вывода, отображают следующую информацию:

1. Перечень устройств ввода/вывода с указанием интерфейсов для их подключения.
2. Перечень аппаратных ресурсы, закрепленных за имеющимися в системе устройствами ввода/вывода.
3. Закрепленные за устройствами ввода/вывода логические имена, используемые вычислительными процессами при инициализации операций ввода/вывода.
4. Адреса областей памяти для размещения кодов драйверов устройств ввода/вывода и для хранения рабочих переменных, определяющих работу с этими устройствами.
5. Адреса областей памяти для хранения информации о текущем состоянии устройства ввода/вывода и параметрах, определяющих режимы работы устройства.
6. Сведения о процессе, за которым закреплено устройство в текущий момент.

Конец ознакомительного фрагмента.  
Приобрести книгу можно  
в интернет-магазине  
«Электронный универс»  
[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)