

## Тема 1.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

### План лекции

1. Технические средства информационных технологий, их развитие, современное состояние и перспективы.
2. Операционные системы, назначение и классификация, возможности современных операционных систем.
3. Операционные системы семейства Windows.

#### *1. Технические средства информационных технологий, их развитие, современное состояние и перспективы*

Персональный компьютер – универсальная техническая система. Его конфигурацию (состав оборудования) можно гибко изменять по мере необходимости. Существует понятие базовой конфигурации. В настоящее время в базовой конфигурации рассматривают четыре устройства: системный блок; монитор; клавиатуру; мышь.

Системный блок представляет собой основной узел, внутри которого установлены наиболее важные компоненты. Устройства, находящиеся внутри системного блока, называют внутренними, а устройства, подключаемые к нему снаружи, называют внешними (периферийными).

Материнская плата – это плата персонального компьютера, представляющая собой лист стеклотекстолита, покрытый медной фольгой. Путем травления фольги получают тонкие медные проводники, соединяющие электронные компоненты. На материнской плате размещаются:

- процессор – основная микросхема, выполняющая большинство математических и логических операций;
- шины – наборы проводников, по которым происходит обмен сигналами между внутренними устройствами компьютера;
- оперативная память (оперативное запоминающее устройство, ОЗУ) – набор микросхем, предназначенных для временного хранения данных, когда компьютер включен;
- ПЗУ (постоянное запоминающее устройство) – микросхема, предназначенная для длительного хранения данных, в том числе и когда компьютер выключен;
- микропроцессорный комплект (чипсет) – набор микросхем, управляющих работой внутренних устройств компьютера и определяющих основные функциональные возможности материнской платы;
- разъемы для подключения дополнительных устройств (слоты) и другие блоки.

Более чем за полвека развития вычислительных средств прогресс в аппаратной реализации ЭВМ и их технических характеристик превзошел все прогнозы. Несмотря на то, что современные ЭВМ внешне не имеют ничего общего с первыми моделями, основополагающие идеи, заложенные в них и связанные с понятием алгоритма, разработанным Аланом Тьюрингом, а также архитектурной реализацией, предложенной Джоном фон Нейманом, пока не претерпели коренных изменений (за исключением систем параллельной обработки информации).

Любая ЭВМ неймановской архитектуры содержит следующие основные устройства:

- арифметико-логическое устройство (АЛУ);
- устройство управления (УУ)
- запоминающее устройство (ЗУ);
- устройства ввода-вывода (УВВ);

В современных ЭВМ АЛУ и УУ объединяются в одно общее устройство, называемое центральным процессором.

Процессор (микропроцессор, центральный процессор, CPU) – программно-управляемое устройство обработки информации, выполненное в виде одной или нескольких интегральных схем.

Конструктивно процессор состоит из ячеек, в которых данные могут не только храниться, но и изменяться. Внутренние ячейки процессора называют регистрами. Важно также отметить, что данные, попавшие в некоторые регистры, рассматриваются не как данные, а как команды, управляющие обработкой данных в других регистрах. Среди регистров процессора есть и такие, которые в зависимости от своего содержания способны модифицировать исполнение команд. Таким образом, управляя передачей данных в разные регистры процессора, можно управлять обработкой данных. На этом и основано исполнение программ.

С остальными устройствами компьютера, и в первую очередь с оперативной памятью, процессор связан несколькими группами проводников, называемых шинами. Основных шин три: шина данных, адресная шина и командная шина.

Адресная шина 32-разрядная, то есть состоит из 32 параллельных линий. В зависимости от того, есть напряжение на какой-то из линий или нет, говорят, что на этой линии выставлена единица или ноль. Комбинация из 32 нулей и единиц образует 32-разрядный адрес, указывающий на одну из ячеек оперативной памяти. К ней и подключается процессор для копирования данных из ячейки в один из своих регистров.

По шине данных происходит копирование данных из оперативной памяти в регистры процессора и обратно. Например, в компьютерах, собранных на базе процессоров IntelPentium, шина данных 64-разрядная, то есть состоит из 64 линий, по которым за один раз на обработку поступают сразу 8 байтов.

Для того чтобы процессор мог обрабатывать данные, ему нужны команды. Он должен знать, что следует сделать с теми байтами, которые

хранятся в его регистрах. Эти команды поступают в процессор тоже из оперативной памяти, но не из тех областей, где хранятся массивы данных, а оттуда, где хранятся программы. Команды тоже представлены в виде байтов. Самые простые команды укладываются в один байт, однако есть и такие, для которых нужно два, три и более байтов. В большинстве современных процессоров шина команд 32-разрядная (например, в процессоре IntelPentium), хотя существуют 64-разрядные процессоры и даже 128-разрядные.

Основными параметрами процессоров являются: рабочее напряжение, разрядность, рабочая тактовая частота, коэффициент внутреннего умножения тактовой частоты и размер кэш-памяти.

Рабочее напряжение процессора обеспечивает материнская плата. По мере развития процессорной техники происходит постепенное понижение рабочего напряжения. Ранние модели процессоров x86 имели рабочее напряжение 5 В. С переходом к процессорам IntelPentium оно было понижено до 3,3 В, а в настоящее время оно составляет менее 3 В. Причем ядро процессора питается пониженным напряжением 2,2 В. Понижение рабочего напряжения позволяет уменьшить расстояния между структурными элементами в кристалле процессора до десятитысячных долей миллиметра, не опасаясь электрического пробоя. Пропорционально квадрату напряжения уменьшается и тепловыделение в процессоре, а это позволяет увеличивать его производительность без угрозы перегрева.

Разрядность процессора показывает, сколько бит данных он может принять и обработать в своих регистрах за один раз (за один такт). Первые процессоры x86 были 16-разрядными. Начиная с процессора 80386, они имеют 32-разрядную архитектуру. Современные процессоры семейства IntelPentium остаются 32-разрядными, хотя и работают с 64-разрядной шиной данных (разрядность процессора определяется не разрядностью шины данных, а разрядностью командной шины).

В основе работы процессора лежит тот же тактовый принцип, что и в обычных часах. Исполнение каждой команды занимает определенное количество тактов. В настенных часах такты колебаний задает маятник; в ручных механических часах их задает пружинный маятник; в электронных часах для этого есть колебательный контур, задающий такты строго определенной частоты. В персональном компьютере тактовые импульсы задает одна из микросхем, входящая в микропроцессорный комплект (чипсет), расположенный на материнской плате. Чем выше частота тактов, поступающих на процессор, тем больше команд он может исполнить в единицу времени, тем выше его производительность. Первые процессоры x86 могли работать с частотой не выше 4,77 МГц, но сегодня рабочие частоты процессоров уже давно более 1000 МГц.

Обмен данными внутри процессора происходит в несколько раз быстрее, чем обмен с другими устройствами, например с оперативной памятью. Для того чтобы уменьшить количество обращений к оперативной памяти, внутри процессора создают буферную область – так называемую

кэш-память. Это как бы «сверхоперативная память». Когда процессору нужны данные, он сначала обращается в кэш-память, и только если там нужных данных нет, происходит его обращение в оперативную память. Принимая блок данных из оперативной памяти, процессор заносит его одновременно и в кэш-память. «Удачные» обращения в кэш-память называют попаданиями в кэш. Процент попаданий тем выше, чем больше размер кэш-памяти, поэтому высокопроизводительные процессоры комплектуют повышенным объемом кэш-памяти.

Кэш-память имеет несколько уровней. Кэш первого уровня выполняется в том же кристалле, что и сам процессор. Кэш второго уровня находится либо в кристалле процессора, либо в том же узле, что и процессор, хотя и исполнена на отдельном кристалле. Кэш-память третьего уровня выполняют на быстродействующих микросхемах типа SRAM и размещают на материнской плате вблизи процессора.

Оперативная память (RAM – Random Access Memory) – это память с произвольным доступом, предназначенная для временного хранения программ и данных. Существует много различных типов оперативной памяти, но с точки зрения физического принципа действия различают динамическую память (DRAM) и статическую память (SRAM).

Ячейки динамической памяти (DRAM) можно представить в виде микроконденсаторов, способных накапливать заряд на своих обкладках. Это наиболее распространенный и экономически доступный тип памяти.

Ячейки статической памяти (SRAM) можно представить как электронные микроэлементы – триггеры, состоящие из нескольких транзисторов. В триггере хранится не заряд, а состояние (включен/выключен), поэтому этот тип памяти обеспечивает более высокое быстродействие, хотя технологически он сложнее и, соответственно, дороже.

Микросхемы динамической памяти используют в качестве основной оперативной памяти компьютера. Микросхемы статической памяти используют в качестве вспомогательной памяти (так называемой кэш-памяти), предназначенной для оптимизации работы процессора.

Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ) используется для хранения неизменяемой информации: загрузочных программ операционной системы, программ тестирования устройств компьютера и некоторых драйверов базовой системы ввода-вывода. ПЗУ – энергонезависимое запоминающее устройство.

Комплект программ, находящихся в ПЗУ, образует базовую систему ввода-вывода (BIOS – Basic Input Output System). Основное назначение программ этого пакета состоит в том, чтобы проверить состав и работоспособность компьютерной системы и обеспечить взаимодействие с клавиатурой, монитором, жестким диском и дисководом гибких дисков. Программы, входящие в BIOS, позволяют нам наблюдать на экране диагностические сообщения, сопровождающие запуск компьютера, а также вмешиваться в ход запуска с помощью клавиатуры.

На материнской плате есть еще микросхема «энергонезависимой памяти», по технологии изготовления называемая CMOS. От оперативной памяти она отличается тем, что ее содержимое не стирается во время выключения компьютера, а от ПЗУ она отличается тем, что данные в нее можно заносить и изменять самостоятельно, в соответствии с тем, какое оборудование входит в состав системы. В микросхеме CMOS хранятся данные о гибких и жестких дисках, о процессоре, о некоторых других устройствах материнской платы. Тот факт, что компьютер четко отслеживает время и календарь (даже и в выключенном состоянии), тоже связан с тем, что показания системных часов постоянно хранятся (и изменяются) в CMOS.

Жесткий диск – основное устройство для долговременного хранения больших объемов данных и программ. На самом деле это не один диск, а группа дисков, расположенных на одной оси и вращающихся с высокой скоростью. Поэтому такой диск имеет  $2n$  поверхностей, где  $n$  – число отдельных дисков в группе. Управление работой жесткого диска выполняет специальное аппаратно-логическое устройство – контроллер жесткого диска. К основным параметрам жестких дисков относятся емкость и производительность. В настоящее время емкость жестких дисков составляет Тб (терабайты). Жесткие диски имеют очень высокий показатель скорости внутренней передачи данных (до 30 – 250 Мбайт/с), и потому их производительность в первую очередь зависит от характеристик интерфейса, с помощью которого они связаны с материнской платой. В зависимости от типа интерфейса разброс значений может быть очень большим.

Аббревиатура CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory) переводится на русский язык как постоянное запоминающее устройство на основе компакт-диска. Принцип действия этого устройства состоит в считывании числовых данных с помощью лазерного луча, отражающегося от поверхности диска.

Монитор – устройство визуального представления данных. Его основными потребительскими параметрами являются: размер и шаг маски экрана, максимальная частота регенерации изображения, класс защиты.

Клавиатура – клавишное устройство управления персональным компьютером. Служит для ввода алфавитно-цифровых (знаковых) данных, а также команд управления. Комбинация монитора и клавиатуры обеспечивает простейший интерфейс пользователя. Необходимое программное обеспечение для начала работы с компьютером имеется в микросхеме ПЗУ в составе базовой системы ввода-вывода (BIOS), и потому компьютер реагирует на нажатия клавиш сразу после включения. Каждой клавише клавиатуры присвоен уникальный цифровой код и существуют специальные таблицы кодировки клавиатуры. Например, кодовая страница России имеет номер 866. Для смены кодировки клавиатуры применяются специальные программы – клавиатурные драйверы. Современные клавиатуры способны не только передавать данные в процессор, но и воспринимать команды от него.

Мышь – устройство управления манипуляторного типа. Представляет собой плоскую коробочку с двумя-тремя кнопками. Перемещение мыши по

плоской поверхности синхронизировано с перемещением графического объекта (указателя мыши) на экране монитора.

Комбинация монитора и мыши обеспечивает наиболее современный тип интерфейса пользователя, который называется графическим. Пользователь наблюдает на экране графические объекты и элементы управления. С помощью мыши он изменяет свойства объектов и приводит в действие элементы управления компьютерной системой, а с помощью монитора получает от нее отклик в графическом виде.

Кроме обычной мыши существуют и другие типы манипуляторов, например: трекболы, инфракрасные мыши. Трекбол в отличие от мыши устанавливается стационарно, и его шарик приводится в движение ладонью руки. Преимущество трекбола состоит в том, что он не нуждается в гладкой рабочей поверхности, поэтому трекболы нашли широкое применение в портативных персональных компьютерах. Инфракрасная мышь отличается от обычной наличием устройства беспроводной связи с системным блоком. Для компьютерных игр и в некоторых специализированных имитаторах применяют также манипуляторы рычажно-нажимного типа (джойстики) и аналогичные им джой-пады, геймпады и штурвально-педальные устройства. Устройства этого типа подключаются к специальному порту, имеющемуся на звуковой карте, или к порту USB.

Периферийные устройства персонального компьютера подключаются к его интерфейсам и предназначены для выполнения вспомогательных операций. Благодаря им компьютерная система приобретает гибкость и универсальность.

По назначению периферийные устройства можно подразделить на: устройства ввода данных; устройства вывода данных; устройства хранения данных; устройства обмена данными.

Для ввода графической информации используют сканеры, графические планшеты (дигитайзеры) и цифровые фотокамеры. С помощью сканеров можно вводить и знаковую информацию. В этом случае исходный материал вводится в графическом виде, после чего обрабатывается специальными программными средствами (программами распознавания образов).

Планшетные сканеры предназначены для ввода графической информации с прозрачного или непрозрачного листового материала. Принцип действия этих устройств состоит в том, что луч света, отраженный от поверхности материала (или прошедший сквозь прозрачный материал), фиксируется специальными элементами, называемыми приборами с зарядовой связью (ПЗС). Обычно элементы ПЗС конструктивно оформляют в виде линейки, располагаемой по ширине исходного материала. Перемещение линейки относительно листа бумаги выполняется механическим протягиванием линейки при неподвижной установке листа или протягиванием листа при неподвижной установке линейки.

Графические планшеты (дигитайзеры) предназначены для ввода художественной графической информации. Существует несколько различных принципов действия графических планшетов, но в основе всех их

лежит фиксация перемещения специального пера относительно планшета. Такие устройства удобны для художников и иллюстраторов, поскольку позволяют им создавать экранные изображения привычными приемами, наработанными для традиционных инструментов (карандаш, перо, кисть). К техническим характеристикам планшетам относятся: разрешающая способность (линий/мм), площадь рабочей области и количество уровней чувствительности к нажатию пера.

Цифровые фото- и видеокамеры, как и сканеры, воспринимают графические данные с помощью приборов с зарядовой связью, объединенных в прямоугольную матрицу. Основным параметром цифровых фотоаппаратов является разрешающая способность, которая напрямую связана с количеством ячеек ПЗС в матрице.

В качестве устройств вывода данных, дополнительных к монитору, используют печатающие устройства (принтеры), позволяющие получать копии документов на бумаге или прозрачном носителе. По принципу действия различают матричные, лазерные, светодиодные и струйные принтеры.

Матричные принтеры – это простейшие печатающие устройства, в которых данные выводятся на бумагу в виде оттиска, образующегося при ударе цилиндрических стержней («иглолок») через красящую ленту. Качество печати матричных принтеров напрямую зависит от количества иглолок в печатающей головке. Наибольшее распространение имеют 9-игольчатые и 24-игольчатые матричные принтеры. Последние позволяют получать оттиски документов, не уступающие по качеству документам, исполненным на пишущей машинке.

Лазерные принтеры обеспечивают высокое качество печати, не уступающее, а во многих случаях и превосходящее полиграфическое. Они отличаются также высокой скоростью печати, которая измеряется в страницах в минуту (ppm – page per minute). Как и в матричных принтерах, итоговое изображение формируется из отдельных точек. Принцип действия лазерных принтеров следующий: в соответствии с поступающими данными лазерная головка испускает световые импульсы, которые отражаются от зеркала и попадают на поверхность светочувствительного барабана. Участки поверхности светочувствительного барабана, получившие световой импульс, приобретают статический заряд. Барабан при вращении проходит через контейнер, наполненный красящим составом (тонером), и тонер закрепляется на участках, имеющих статический заряд. При дальнейшем вращении барабана происходит контакт его поверхности с бумажным листом, в результате чего происходит перенос тонера на бумагу. Лист бумаги с нанесенным на него тонером протягивается через нагревательный элемент, в результате чего частицы тонера спекаются и закрепляются на бумаге.

К основным параметрам лазерных принтеров относятся: разрешающая способность, dpi (dots per inch – точек на дюйм); производительность (страниц в минуту); формат используемой бумаги; объем собственной оперативной памяти.

Основное преимущество лазерных принтеров заключается в возможности получения высококачественных отпечатков. Модели среднего класса обеспечивают разрешение печати до 600 dpi, а профессиональные модели – до 1200 dpi и более.

Принцип действия светодиодных принтеров похож на принцип действия лазерных принтеров. Разница заключается в том, что источником света является не лазерная головка, а линейка светодиодов. Поскольку эта линейка расположена по всей ширине печатаемой страницы, отпадает необходимость в механизме формирования горизонтальной развертки и вся конструкция получается проще, надежнее и дешевле.

В струйных принтерах изображение на бумаге формируется из точек, образующихся при попадании капель красителя на бумагу. Выброс микрокапель красителя происходит под давлением, которое развивается в печатающей головке за счет парообразования. В некоторых моделях капля выбрасывается щелчком в результате пьезоэлектрического эффекта – этот метод позволяет обеспечить более стабильную форму капли, близкую к сферической.

Качество печати изображения во многом зависит от формы капли и ее размера, а также от характера впитывания жидкого красителя поверхностью бумаги. В этих условиях особую роль играют вязкостные свойства красителя и свойства бумаги.

К положительным свойствам струйных печатающих устройств следует отнести относительно небольшое количество движущихся механических частей и, соответственно, простоту и надежность механической части устройства и его относительно низкую стоимость. Основным недостатком, по сравнению с лазерными принтерами, является нестабильность получаемого разрешения, что ограничивает возможность их применения в черно-белой полутоновой печати.

В то же время, сегодня струйные принтеры нашли очень широкое применение в цветной печати. Благодаря простоте конструкции они намного превосходят цветные лазерные принтеры по показателю качество/цена. При разрешении выше 600 dpi они позволяют получать цветные отиски, превосходящие по качеству цветные отпечатки, получаемые фотохимическими методами.

Модем – это устройство, предназначенное для обмена информацией между удаленными компьютерами по каналам связи (МОдулятор + ДЕМОдулятор). При этом под каналом связи понимают физические линии (проводные, оптоволоконные, кабельные, радиочастотные), способ их использования (коммутируемые и выделенные) и способ передачи данных (цифровые или аналоговые сигналы). В зависимости от типа канала связи устройства приема-передачи подразделяют на радиомодемы, кабельные модемы и прочие. Наиболее широкое применение нашли модемы, ориентированные на подключение к коммутируемым телефонным каналам связи.



## ***2. Операционные системы, назначение и классификация, возможности современных операционных систем***

Операционная система является связующим звеном, с одной стороны, между аппаратурой компьютера и выполняемыми программами, с другой стороны, между аппаратурой компьютера и пользователем.

Операционную систему можно назвать программным продолжением устройства управления компьютера. Образуя прослойку между пользователем и аппаратурой, она скрывает от него сложные и ненужные подробности функционирования компьютера и освобождает от трудоемкой работы по организации вычислительного процесса.

**В функции операционной системы входит:**

- поддержка диалога с пользователем;
- ввод-вывод и управление данными;
- планирование и организация процесса обработки программ;
- распределение ресурсов (оперативной и кэш памяти, процессора, внешних устройств);
- запуск программ на выполнение;
- выполнение вспомогательных операций обслуживания;
- передача информации между различными внутренними устройствами;
- поддержка работы периферийных устройств (дисплея, клавиатуры, накопителей на гибких и жестких дисках, принтера и др.).

В соответствии с выполняемыми функциями в структуре ОС можно выделить следующие **основные компоненты**:

- модули, обеспечивающие пользовательский интерфейс;
- модуль, управляющий файловой системой;
- модуль, расшифровывающий и выполняющий команды (командный процессор);
- драйверы периферийных устройств.

Операционная система хранится во внешней памяти компьютера. При включении компьютера часть ее (ядро) считывается с винчестера и размещается в ОЗУ. Этот процесс называется загрузкой операционной системы. При работе ядро постоянно находится в ОЗУ (резидентная часть ОС), а остальные модули для выполнения своих функций подзагружаются по мере необходимости, а затем на их место загружаются следующие модули (транзитная часть ОС).

### **Виды операционных систем**

Операционные системы можно классифицировать по различным признакам: числу решаемых задач, одновременно работающих пользователей, количеству поддерживаемых процессоров, по поддержке сетевой работы, базовому общению пользователя с системой, типу аппаратной платформы, числу разрядов адресной шины и др.

По числу параллельно решаемых на компьютере задач ОС разделяют на:

- **однозадачные** (например, MS DOS);
- **многозадачные** (например, OS/2, UNIX, Windows 95 и выше).

В настоящее время на смену однозадачным ОС пришли многозадачные, которые обеспечивают одновременное решение нескольких задач и управляют распределением совместно используемых ими ресурсов (процессор, оперативная память, файлы и внешние устройства).

По числу одновременно работающих пользователей ОС разделяют на:

- **однопользовательские** (например, MS DOS, Windows 3.x);
- **многопользовательские** (например, Unix, Linux, Windows 2000).

Главным отличием многопользовательских систем от однопользовательских является наличие средств защиты информации каждого пользователя от несанкционированного доступа других.

Каждая операционная система имеет свои средства для выполнения пользователем тех или иных действий (запуск прикладной программы, копирование файла, форматирование внешнего устройства и т.д.). Поэтому в качестве признака классификации можно назвать пользовательский интерфейс ОС.

По виду пользовательского интерфейса различают ОС, обеспечивающие взаимодействие с пользователем посредством:

- командного интерфейса (например, MS DOS);
- графического интерфейса (например, Windows).

На характеристики операционных систем, как правило, влияет специфика аппаратных средств, на которые она ориентирована. По типу аппаратуры различают операционные системы для персональных компьютеров различных платформ (IBM-совместимых, Apple Macintosh), мини-компьютеров, мэйнфреймов, кластеров и сетей ЭВМ. Среди этих типов компьютеров могут встречаться как однопроцессорные варианты, так и многопроцессорные.

По числу разрядов адресной шины компьютеров, на которые ориентирована ОС, операционные системы разделяют на 16-ти (MS DOS), 32-х (Windows 2000) и 64-разрядные (Windows 2007).

На рынке операционных систем представлены разработки различных фирм, которые различаются ориентацией на аппаратные средства, решение определенного круга задач, потребности потребителя и пр. Можно выделить операционные системы, обладающие определенными общими чертами: один производитель, единый подход к организации и функционированию и пр., что позволяет классифицировать их по семействам и линейкам. Например, можно выделить такие семейства как Windows (*Microsoft*), Unix (различные разработчики), Solaris (*Sun Microsystems*) и другие.

### **Тенденции развития операционных систем**

К основным направлениям развития операционных систем относят:

1) расширяемость – возможность внесения дополнительных функций без разрушения целостности системы;

2) переносимость – возможность использования на различных аппаратных платформах;

3) надежность и отказоустойчивость – защищенность от внутренних и внешних сбоев и ошибок, т.е. от некорректных действий прикладных программ, пользователей, оборудования и самой операционной системы;

4) совместимость – поддержка выполнения прикладных программ, написанных для других операционных систем, а также взаимодействие между различными ОС, функционирующих в корпоративной среде;

5) безопасность – очень важное требование, особенно в сетевой среде и в условиях все более широкого использования Internet в корпоративной деятельности;

6) производительность – соответствие быстродействия операционной системы возможностям современных аппаратных средств;

7) интеграция с Internet – поддержка соответствующих протоколов, сервисов и Web-серверов;

8) сетевые возможности – поддержка эффективного использования сетевых ресурсов, организация удаленного доступа, разграничение доступа и др.;

9) поддержка многопроцессорной обработки данных.

### **Общая характеристика операционной системы MS DOS**

Наиболее распространенной операционной системой для 16-разрядных персональных компьютеров являлась MS DOS (*Microsoft Disk Operating System*).

MS DOS – однопользовательская, однозадачная, 16-разрядная ОС, общение которой с пользователем осуществляется с помощью командного интерфейса.

Загрузка MS DOS начинается автоматически после включения компьютера и завершается выдачей на экран монитора приглашения к работе вида: C:\ >, где C: – имя *системного диска*, с которого выполнялась загрузка операционной системы.

Обращение к файлу осуществляется с помощью задания его **полного имени**: диск:\путь\имя\_файла.расширение

**Путь** – последовательность имен каталогов, в которых содержится файл, разделенных символом «\» (обратный слэш).

Пользователь общается с операционной системой MS DOS языком команд, которые обычно вводятся с клавиатуры в командной строке.

Каждая команда имеет определенную структуру. В ней выделяют **имя** (командное слово) и **параметры**.

Для выполнения команды над группой файлов используются шаблоны имен, в которых символ «\*» заменяет любую последовательность символов, а символ «?» – любой один символ в данной позиции. Например, задание в команде шаблона **\*.doc** определяет выполнение команды над группой файлов, имеющих расширение .doc, а шаблона **??1.doc** – над файлами с

расширением doc, первые два символа в именах которых различны, а третий есть 1.

Например, команда `copy c:\*.doc d:\newtext\` выполняет копирование всех файлов с расширением doc, расположенных в корневом каталоге диска C:, в каталог newtext диска D:; команда `c:\nc\nc.exe` запускает программную оболочку Norton Commander.

### ***3. Операционные системы семейства Windows***

В настоящее время большинство персональных компьютеров в мире работают под управлением той или иной версии операционной системы Microsoft Windows. Программные продукты этого семейства обладают общими характерными чертами:

- единый графический пользовательский интерфейс;
- пошаговое выполнение операций за счет наличия Мастеров;
- многозадачность;
- поддержка работы в сетевой среде;
- наличие универсальной системы средств обмена данными между приложениями (буфер обмена, динамический обмен данными – DDE, связывание и встраивание объектов – OLE).

В операционных системах семейства Windows реализована **открытая архитектура** (*Windows Open Services Architecture – WOSA*), которая предоставляет механизмы для решения задачи передачи информации независимо от ее местоположения и формата представления. С их помощью пользователь компьютера может легко подключиться к любой из информационных служб, располагающихся в различных сетях или операционных системах. В настоящее время обеспечивается стандартный доступ к базам данных, почте, телефонным сетям и системам лицензирования, сетевым службам и специализированным службам (финансовые системы и данные реального времени).

Первыми разработками Microsoft в области создания новых ОС для персональных компьютеров были программные среды **Windows 3.x** (Windows 3.0, Windows 3.1, Windows 3.11 for Workgroup), которые представляли собой графическую надстройку над операционной системой MS DOS.

Затем на рынок операционных систем корпорацией была представлена первая настоящая операционная система семейства Windows – **Windows 95**. Она является многозадачной, 32-разрядной ОС с расширенными сетевыми функциями и обеспечивает широкие возможности работы с мультимедиа, обработки текстовой, графической, звуковой и видеоинформации, а также предоставляет встроенные средства поддержки обмена файлами и их защиты, возможность совместного использования принтеров, факсов и других общих ресурсов. Windows 95 позволяет отправлять сообщения электронной почтой, факсимильной связью, поддерживает удаленный доступ. Применяемый в ней защищенный режим не позволяет прикладной программе в случае сбоя

нарушить работоспособность системы, надежно предохраняет приложения от случайного вмешательства одного процесса в другой, обеспечивает определенную устойчивость к вирусам.

**Windows 98** отличается от Windows 95 интеграцией с браузером Internet Explorer, что обеспечивает отображение содержимого папок в виде окна браузера; улучшенной совместимостью с новыми аппаратными средствами компьютера; поддержкой стандарта plug-and-play. Может использоваться на настольных и портативных компьютерах.

**Windows Millenium Edition** (Windows ME) является очередной версией операционных систем линейки Windows 95, Windows 98 и Windows 98 SE. В ее основе лежит ядро Windows 98.

**Windows NT** (New Technology) – принципиально новая операционная система, которую корпорация Microsoft представила на рынок параллельно с Windows 95, и которая стала родоначальницей ряда ОС. Это 32-разрядная система со встроенной сетевой поддержкой и развитыми средствами многопользовательской работы. Она обеспечивает истинную многозадачность, многопроцессорную обработку, разграничение доступа к аппаратным и информационным ресурсам, защиту данных и многое другое.

Эта операционная система очень удобна для пользователей, работающих в локальной сети, а также для коллективных пользователей, особенно группы, выполняющей совместный проект и обменивающейся данными. Поставляется в двух вариантах Windows NT Server и Windows NT for Workstation.

**Windows 2000** – операционная система нового поколения, ориентированная на разнообразные компьютеры: портативные, настольные, серверы и кластерные системы, и обеспечивает тесную интеграцию с Internet. Она является развитием ОС Windows NT 4.0 и характеризуется следующими параметрами:

- имеет 32-разрядную файловую систему с открытой для дальнейшего развития архитектурой, работающую быстрее и реализующую множество новых возможностей;
- максимально упрощает установку и настройку оборудования за счет поддержки стандарта plug-and-play;
- имеет встроенные средства для работы со звуком, видео и компакт-дисками (CD-ROM); диагностики, оптимизации и исправления ошибок, которые помогают устранять конфликты между устройствами и повышают эффективность функционирования всей системы;
- включает эффективные инструменты для работы с Internet, которые ускоряют работу и поиск информации в World Wide Web.

Вследствие наличия эффективных средств обеспечения защиты (сохранение состояния системы для ее восстановления после сбоев, модифицированная файловая система, шифрование, управление доступом и прочее) Windows 2000 была признана одной из самых безопасных операционных систем.

В системе Windows 2000 реализованы многие решения, призванные уменьшить затраты на эксплуатацию системы в корпоративных сетях.

Семейство Windows 2000 включает: Windows 2000 Professional, Windows 2000 Server, Windows 2000 Advanced Server, Windows 2000 Datacenter Server. Каждая из них предназначена для своих целей и имеет соответствующие возможности и функции. Например, Windows 2000 Professional ориентирована на домашние компьютеры или рабочие станции.

**Windows XP** объединяет в себе лучшие качества предыдущих версий Windows: надежность, стабильность и управляемость – от Windows 2000, технологию plug-and-play – от Windows 98. В ней реализован более эффективный интерфейс пользователя, включающий новые возможности группировки и поиска документов, возможность быстрого переключения пользователей и т.д. Пользователь Windows XP может создавать компакт-диски в форматах, позволяющих осуществлять однократную или многократную запись (CD-R или CD-RW), применяя для этого обычный метод перетаскивания или соответствующих мастеров. Операционная система Windows XP реализована корпорацией Microsoft в двух версиях: для домашних пользователей Windows XP Home Edition, и для корпоративных клиентов – Windows XP Professional Edition.

Операционные системы Windows NT, 2000, XP поддерживают файловые системы FAT, NTFS, CDFS.

Дальнейшее развитие возможностей ОС Windows 2000 Server получили в 64-разрядной операционной системе **Windows Server 2003** версии которой ориентированы на малый бизнес и рынок SOHO (*Small Office/Home Office* – малый офис/домашний офис), серверы крупных предприятий, построение Web-серверов.

**Windows CE** – операционная система для мобильных вычислительных устройств, таких, как карманные компьютеры, цифровые информационные пейджеры, сотовые телефоны, мультимедийные и развлекательные приставки, включая DVD проигрыватели и устройства доступа в Internet. Это 32-разрядная, многозадачная операционная система, имеющая открытую архитектуру. Windows CE позволяет устройствам различных категорий «говорить» и обмениваться информацией друг с другом, связываться с корпоративными сетями и с Internet, пользоваться электронной почтой. Она компактна и высоко производительна, функционирует на микропроцессорах различных марок и изготовителей.

**Windows 7** — операционная система семейства Windows NT компании Microsoft, предназначенная для работы на компьютерах с 32-битными и 64-битными процессорами. К 2012 году Windows 7 стала самой популярной ОС в мире, обогнав Windows XP. Фактически, “семерка” стала тем, чем была XP долгие годы – основной операционной системой, которая справлялась со всеми поставленными задачами. Это система из разряда поставил – и оно работает, без переустановки.

**Windows 8** вышла в октябре 2012 года как результат желания компании Microsoft создать новый продукт, который бы объединил в рамках единого

интерфейса Metro сразу все устройства – смартфоны, ноутбуки, настольные компьютеры и планшеты. По техническим возможностям Windows 8 представляет собой оптимизированную версию Windows 7. Впервые Microsoft решилась на кардинальное изменение интерфейса. Вместо обычного рабочего стола пользователя встречали странные плитки, а кнопка “Пуск” и вовсе отсутствовала. Интерфейс одних заинтриговал, других отпугнул.

**Windows 10** — операционная система для персональных компьютеров и рабочих станций, разработанная корпорацией Microsoft в рамках семейства Windows NT. Серверный аналог Windows 10 — Windows Server 2016.

Система призвана стать единой для разных устройств, таких как персональные компьютеры, планшеты, смартфоны, консоли Xbox One и пр. Доступна единая платформа разработки и единый магазин универсальных приложений, совместимых со всеми поддерживаемыми устройствами. Windows 10 поставляется в качестве услуги с выпуском обновлений на протяжении всего цикла поддержки. В течение первого года после выхода системы пользователи могли бесплатно обновиться до Windows 10 на устройствах под управлением лицензионных копий Windows 7, Windows 8.1 и Windows Phone 8.1. Среди значимых нововведений — голосовая помощница Кортана, возможность создания и переключения нескольких рабочих столов и др. Windows 10 — последняя «коробочная» версия Windows, все последующие версии будут распространяться исключительно в цифровом виде.

Пользовательское соглашение Windows 10 позволяет компании Microsoft собирать многочисленные сведения о пользователе, историю его интернет-деятельности, пароли к точкам доступа, данные, набираемые на клавиатуре, и многое другое.

По состоянию на май 2018 года Windows 10 имеет долю среди используемых в мире операционных систем для доступа к сети Интернет 45,3% и занимает первое место в мире по популярности, опередив в апреле 2017 года предыдущего лидера — Windows 7.

### **Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Какие устройства составляют базовую конфигурацию компьютера?
2. Какие устройства размещаются на материнской плате компьютера?
3. Опишите конструкцию процессора. Какими шинами он связан с другими устройствами компьютера? Опишите основной принцип работы процессора. Для чего нужна кэш-память?
4. Какие виды памяти в компьютере вы знаете?
5. Перечислите основные периферийные устройства персонального компьютера. Каково их назначение?
6. Какие разновидности принтеров вы знаете? Опишите принцип действия каждого вида принтеров.
7. Каковы функции операционных систем?
8. Каковы основные компоненты операционных систем?

9. Какие виды операционных систем вы знаете?
10. Перечислите направления развития операционных систем.
11. Чем характеризуется операционная система MS DOS?
12. Каковы общие характерные черты операционных систем семейства Windows?
13. Какие операционные системы семейства Windows вы знаете? Опишите наиболее популярные из них.

### **Рекомендуемая для изучения литература**

1. Информатика. Базовый курс : учеб. пособие для студентов высш. техн. учеб. заведений / под ред. С. В. Симоновича. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2008. – 640 с.
2. Морозевич, А. Н. Информатика : учеб. пособие для учащихся учреждений, обеспечивающих получение сред. спец. образования / А. Н. Морозевич, А. М. Зеневич. – 2-е изд. – Минск : Вышэйшая школа, 2008. – 283 с.
3. Акулов, О. А. Информатика : базовый курс : учеб. для студентов вузов, бакалавров, магистров, обучающихся по направлениям 552800, 654600 "Информатика и вычислительная техника" / О. А. Акулов, Н. В. Медведев. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Омега-Л, 2006. – 560 с.



## Тема 2.1. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### План лекции

1. Программное обеспечение информационных технологий. Классификация средств программного обеспечения.
2. Назначение и возможности основных программных средств информационных технологий.

#### ***1. Программное обеспечение информационных технологий. Классификация средств программного обеспечения***

Компьютер является универсальным инструментом для решения разнообразных задач по преобразованию информации, но его универсальность определяется не столько аппаратным обеспечением, сколько установленными программными средствами, другими словами, все «знания» компьютера сосредоточены в программах, которые представляют собой точную и подробную последовательность инструкций, представленных на понятном для компьютера языке, по обработке информации. Меняя программы на компьютере можно превратить его в рабочее место дизайнера, бухгалтера или конструктора, статистика или агронома, использовать его для прослушивания музыки, просмотра кинофильмов и других развлечений.

#### **Классификация программного обеспечения**

***Программное обеспечение*** (англ. *software*) – это совокупность программ, обеспечивающих функционирование компьютеров и решение с их помощью задач предметных областей. Программное обеспечение (ПО) представляет собой неотъемлемую часть компьютерной системы, является логическим продолжением технических средств и определяет сферу применения компьютера.

ПО современных компьютеров включает множество разнообразных программ, которое можно условно разделить на три группы (рисунок 2.1.1):

1. Системное программное обеспечение (системные программы);
2. Прикладное программное обеспечение (прикладные программы);
3. Инструментальное программное обеспечение (инструментальные системы).

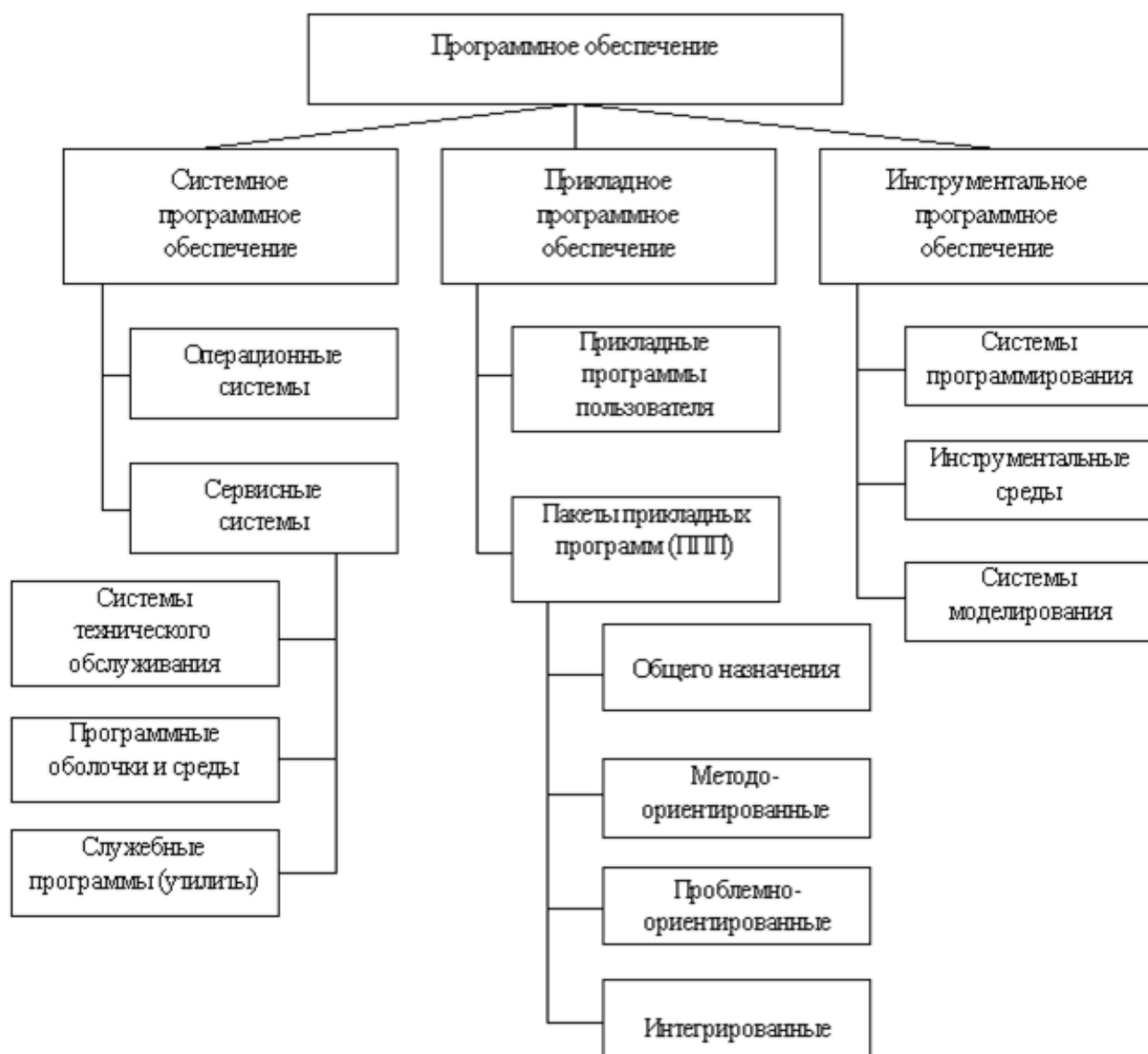


Рисунок 2.1.1. Категории программного обеспечения

## 2. Назначение и возможности основных программных средств информационных технологий

**Системное программное обеспечение** (СПО) – это программы, управляющие работой компьютера и выполняющие различные вспомогательные функции, например, управление ресурсами компьютера, создание копий информации, проверка работоспособности устройств компьютера, выдача справочной информации о компьютере и др. Они предназначены для всех категорий пользователей, используются для эффективной работы компьютера и пользователя, а также эффективного выполнения прикладных программ.

Центральное место среди системных программ занимают операционные системы (англ. *Operating systems*). **Операционная систем**

(ОС) – это комплекс программ, предназначенных для управления загрузкой, запуском и выполнением других пользовательских программ, а также для планирования и управления вычислительными ресурсами ЭВМ, т.е. управления работой ПЭВМ с момента включения до момента выключения питания. Она загружается автоматически при включении компьютера, ведет диалог с пользователем, осуществляет управление компьютером, его ресурсами (оперативной памятью, дисковым пространством и т.д.), запускает другие программы на выполнение и обеспечивает пользователю и программам удобный способ общения – *интерфейс* – с устройствами компьютера. Другими словами, операционная система обеспечивает функционирование и взаимосвязь всех компонентов компьютера, а также предоставляет пользователю доступ к его аппаратным возможностям.

ОС определяет производительность системы, степень защиты данных, выбор программ, с которыми можно работать на компьютере, требования к аппаратным средствам. Примерами ОС являются MS DOS, OS/2, Unix, Linux, Windows и др.

*Сервисное программное обеспечение* – это совокупность программных продуктов, предоставляющих пользователю дополнительные услуги в работе с компьютером и расширяющих возможности операционных систем. По функциональным возможностям сервисные средства можно подразделять на средства, улучшающие пользовательский интерфейс, защищающие данные от разрушения и несанкционированного доступа, восстанавливающие данные, ускоряющие обмен данными, программы архивации-деархивации и антивирусные средства.

*Прикладное программное обеспечение* (ППО) предназначено для решения задач пользователя. В его состав входят *прикладные программы пользователей* и *пакеты прикладных программ* (ППП) различного назначения.

*Прикладная программа пользователя* – это любая программа, способствующая решению какой-либо задачи в пределах данной проблемной области. Прикладные программы могут использоваться либо автономно, либо в составе программных комплексов или пакетов.

*Пакеты прикладных программ* (ППП) – это специальным образом организованные программные комплексы, рассчитанные на общее применение в определенной проблемной области и дополненные соответствующей технической документацией.

*ППП общего назначения* – это универсальные программные продукты, предназначенные для автоматизации широкого класса задач пользователя. К ним относятся:

- текстовые редакторы (например, MS Word, Word Perfect, Лексикон);
- табличные процессоры (например, MS Excel, Lotus 1-2-3, Quattro Pro);
- системы динамических презентаций (например, MS Power Point, Freelance Graphics, Harvard Graphics);

- системы управления базами данных (например, MS Access, Oracle, MS SQL Server, Informix);
- графические редакторы (например, Corel Draw, Adobe Photoshop);
- издательские системы (например, Page Maker, Venture Publisher);
- системы автоматизации проектирования (например, BPWin, ERWin);
- электронные словари и системы перевода (например, Prompt, Сократ, Лингво, Контекст);
- системы распознавания текста (например, Fine Reader, Cunei Form).

Системы общего назначения часто интегрируются в многокомпонентные пакеты для автоматизации офисной деятельности – **офисные пакеты** – Microsoft Office, StarOffice и др.

ППП общего назначения, предназначенные для создания и изменения текстов, документов, графических данных и иллюстраций, называются **редакторами**. Редакторы по своим функциональным возможностям можно подразделить на текстовые и графические редакторы и издательские системы.

**Текстовые редакторы** используются для обработки текстовой информации и выполняют, в основном, следующие функции: запись текста в файл; вставку, удаление, замену символов, строк и фрагментов текста; проверку орфографии; оформление текста различными шрифтами; выравнивание текста; подготовку оглавлений, разбиение текста на страницы; поиск и замену слов и выражений; включение в текст несложных иллюстраций; печать текста.

Наибольшее распространение получили текстовые редакторы Microsoft Word, Word Perfect, ChiWriter, MultiEdit, AmiPro, Lexicon.

**Графические редакторы** предназначены для обработки графических документов, включая диаграммы, иллюстрации, чертежи, таблицы. Наиболее известны следующие графические редакторы: PaintBrush, BoiengGraf, Fanvision, CorelDRAW, Adobe Photoshop, Adobe Illustrator.

Издательские системы соединяют в себе возможности текстовых и графических редакторов, обладают развитыми возможностями по формированию полос с графическими материалами и последующим выводом на печать. Эти системы ориентированы на использование в издательском деле и называются системами вёрстки. Примером таких систем служат программы Adobe PageMaker и Ventura Publisher.

**Методо-ориентированные ППП** – это пакеты, в основе которых лежит реализация математических методов решения задач. К ним относятся, например, системы математической обработки данных (Mathematica, MathCad, Maple), системы статистической обработки данных (Statistica, Stat).

**Проблемно-ориентированные ППП** предназначены для решения определенной задачи в конкретной предметной области. Например, информационно-правовые системы ЮрЭксперт, ЮрИнформ; пакеты бухгалтерского учета и контроля 1С: Бухгалтерия, Галактика, Анжелика; в области маркетинга – Касатка, Marketing Expert; банковская система СТБанк.

**Интегрированные ППП** представляют собой набор нескольких программных продуктов, объединенных в единый инструмент. Наиболее развитые из них включают в себя текстовый редактор, персональный менеджер (органайзер), электронную таблицу, систему управления базами данных, средства поддержки электронной почты, программу создания презентационной графики. Результаты, полученные отдельными подпрограммами, могут быть объединены в окончательный документ, содержащий табличный, графический и текстовый материал. К ним относят, например, MS Works. Интегрированные пакеты, как правило, содержат некоторое ядро, обеспечивающее возможность тесного взаимодействия между составляющими.

Обычно пакеты прикладных программ имеют средства настройки, что позволяет при эксплуатации адаптировать их к специфике предметной области.

К **инструментальному программному обеспечению** относят: **системы программирования**, предназначенные для разработки новых программ, например, Паскаль, Бейсик. Обычно они включают: *редактор текстов*, обеспечивающий создание и редактирование программ на исходном языке программирования, *транслятор*, а также *библиотеки подпрограмм*; **инструментальные среды** для разработки приложений, например, C++, Delphi, Visual Basic, Java, которые включают средства визуального программирования; **системы моделирования**, например, система имитационного моделирования MatLab, системы моделирования бизнес-процессов VpWin и баз данных ErWin и другие.

*Транслятор* (англ. *Translator* – переводчик) – это программа-переводчик, которая преобразует программу с языка высокого уровня в программу, состоящую из машинных команд. Трансляторы реализуются в виде *компиляторов* или *интерпретаторов*, которые существенно различаются по принципам работы.

*Компилятор* (англ. *Compiler* – составитель, собиратель) читает всю программу *целиком*, делает ее перевод и создает законченный вариант программы на машинном языке, который затем и выполняется. После компилирования получается исполняемая программа, при выполнении которой не нужна ни исходная программа, ни компилятор.

*Интерпретатор* (англ. *Interpreter* – истолкователь, устный переводчик) переводит и выполняет программу *строка за строкой*. Программа, обрабатываемая интерпретатором, должна заново переводиться на машинный язык при каждом очередном ее запуске.

Откомпилированные программы работают быстрее, но интерпретируемые проще исправлять и изменять.

### **Контрольные вопросы для самопроверки**

1. На какие группы делится программное обеспечение современных компьютеров?

2. Для чего служит системное программное обеспечение? Приведите примеры.

3. Для чего служит прикладное программное обеспечение? Приведите примеры.

4. На какие группы подразделяется прикладное программное обеспечение?

5. Что такое «инструментальное программное обеспечение»? Объясните понятия «транслятор», «компилятор», «интерпретатор».

### **Рекомендуемая для изучения литература**

1. Информатика. Базовый курс : учеб. пособие для студентов высш. техн. учеб. заведений / под ред. С. В. Симоновича. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2008. – 640 с.

2. Гордеев, А. В. Операционные системы : учеб. для вузов / А. В. Гордеев. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2009. – 416 с.

## **Тема 2.2. СОВРЕМЕННЫЕ ТАБЛИЧНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ, ИХ НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ. ЭЛЕКТРОННЫЕ ТАБЛИЦЫ MS EXCEL, ТЕХНОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ**

### **План лекции**

1. Современные табличные процессоры, их назначение и основные возможности.
2. Электронные таблицы MS Excel. Создание электронных таблиц.

#### ***1. Современные табличные процессоры, их назначение и основные возможности***

##### **Определение понятия «электронная таблица»**

Электронная таблица – это компьютерный эквивалент обычной таблицы, в ячейках которой записаны данные различных типов: **тексты, даты, формулы, числа.**

Первая электронная таблица получила название Visual Calc, она появилась практически с появлением первых ЭВМ.

Затем появляются: Lotus 1-2-3, VP Planner, Quattro Pro, Super Calc, и наконец Microsoft Excel. Для управления электронной таблицей используется специальный комплекс программ – табличный процессор. Первые таблицы могли выполнять только вычисления. Современные электронные таблицы – это сложные многофункциональные программы.

##### **Назначение электронных таблиц:**

1. подготовка табличных документов, составление сводок;
2. проведение анализа с использованием механизмов поиска и сортировки;
3. проведение расчетных операций над данными;
4. создание баз данных;
5. автоматизация процесса вычислений;
6. построение диаграмм и графиков.

#### ***2. Электронные таблицы MS Excel. Создание электронных таблиц***

С момента своего появления в 1985 году Microsoft Excel завоевал репутацию наиболее мощной и удобной электронной таблицы. Электронные таблицы приспособлены работать не только с числами, но и любыми данными, которые можно разместить в сетке на экране. Формулы расширяют возможность электронных таблиц: можно складывать содержимое различных ячеек, сравнивать величины и выполнять любое количество изолированных математических операций, или функций. Кроме того, электронные таблицы обладают свойством мгновенно преобразовываться; можно изменить одно значение и посмотреть, как это повлияет на все остальное. С их помощью

можно создавать всевозможные диаграммы и графики.

Таким образом, электронная таблица представляет собой сетку из прямоугольных *ячеек*. В эти ячейки можно помещать текст, числа или формулы. Каждая ячейка обозначается *адресом* (например, A1, B8, C4 и т. д.). Столбцы обозначаются буквами латинского алфавита, строки – порядковыми номерами.


На каждом листе рабочей таблицы содержится 256 столбцов и 65 536 строк, т. е. – это 16 777 216 пустых ячеек.

Чтобы обозначить все 256 столбцов, используют дублирование букв, поэтому за столбцом Z следует AA и т. д. Таким образом, последняя ячейка таблицы имеет адрес IV65536.

Компьютерные программы, предназначенные для хранения и обработки данных, представленных в табличном виде, называют электронными таблицами.

Программа Excel находится обычно в группе Microsoft Office. Запуск осуществляется стандартным способом, из главного меню Windows: *Пуск – Программы – Microsoft Excel* или *Пуск – Программы – Microsoft Office – Microsoft Excel*.

Если значок Excel помещен на рабочем столе, необходимо дважды щелкнуть по нему.

Для завершения работы используют пункт меню *Файл – Выход* или щелкнув по кнопке управления окном программы .

Основные принципы создания, загрузки и сохранения документов подробно рассмотрены при описании процессора Word.

После запуска Excel по умолчанию предлагает вам начать создание нового документа под условным названием *Книга1*. Вы можете подготовить документ, а затем сохранить его на диске в виде файла с произвольным именем и расширением .XLS, используя команду: **Файл – Сохранить как...** Окно Excel содержит все стандартные элементы, с которыми мы ознакомились в редакторе Word, но и специфичные элементы для программы Excel.

Рассмотрим элементы окна подробнее.

Первая строка в окне Excel называется строкой заголовка. Если окно рабочей книги увеличено до максимального размера, за именем Microsoft Excel следует имя файла рабочей книги.

Слева от имени программы и файла находится пиктограмма XL. Если вы щелкнете по ней, откроется системное меню программы с командами.

Справа в строке заголовка расположены кнопки управления окном программы.

Вторая строка в окне Excel – это строка меню. Она содержит набор раскрывающихся меню программы Excel, от **Файл** до **Справка**. Справа в строке меню расположены кнопки управления окном текущей рабочей книги.

Работая с Excel, вы будете использовать в основном две панели инструментов: **Стандартная** и **Форматирование**.

В строке формул отображается адрес текущей ячейки и ее содержимое.



Эта строка разделена на три части:

- Поле имени. В левой (первой) части содержится адрес текущей ячейки.
- Кнопки строки формул. В этой части (второй; она выделена серым цветом) расположены кнопки открывающегося списка *Имя* и *Добавить формулу* с надписью *fx*.
- Содержимое ячейки. В правой (третьей) части представлена остальная область панели.

Если текущая ячейка пуста, третья часть строки формул останется чистой. Как только вы начнете вводить данные в ячейку, вторая и третья части строки формул оживут. Во второй части строки формул появятся кнопки *Отмена* (*x*) и *Ввод* (*v*), а в третьей будут отражены данные, введенные в текущую ячейку рабочей таблицы.

Ниже строки формул находится **заголовок столбца** (с обозначениями-номерами А, В, С, ...), а в левой части экрана – **заголовок строки** (с номерами 1, 2, 3, ...).

Ячейка таблицы, окаймленная серой рамкой, является **выделенной** (текущей).

В правой части окна находятся стандартные **полосы прокрутки**, предназначенные для перемещения по рабочему листу (вверх-вниз, влево-вправо).

Наконец, **строка с ярлычками листов** позволяет переходить от одного рабочего листа к другому в пределах рабочей книги.

Данные в Excel организованы в виде книги, которая содержит, как правило, три листа рабочих таблиц (Лист 1 – Лист 3). Эти имена размещаются на ярлычках листов в нижней части окна рабочей книги. Чтобы перейти к другому листу, щелкните по его ярлычку. Чтобы перейти на следующий лист с помощью клавиатуры, нажмите «Ctrl+PgDn», на предыдущий – нажмите «Ctrl+PgUp». Также мы можем изменять количество листов в книге, т. е. удалять или вставлять листы. Можно переименовать и перемещать листы.

Чтобы ввести информацию в рабочую таблицу, поместите табличный курсор в нужную ячейку, а затем введите в нее свои данные.

Чтобы вы смогли поместить табличный курсор в нужную ячейку, программа Excel должна находиться в режиме *Готово* (о чем сообщает индикатор *Готово* в строке состояния). Однако, когда вы приступите к вводу данных, Excel перейдет из режима *Готово* в режим *Ввод*.

По мере ввода Excel показывает все введенные вами символы, как в строке формул, так и в активной ячейке рабочей таблицы. Но текстовый курсор (мигающая вертикальная полоска) отображается только после символов, находящихся в ячейке.

Завершив ввод данных, вы должны сохранить их в ячейке. Существует несколько способов сохранения информации в ячейке:

- нажать клавишу *Enter*; данные будут введены, а табличный курсор опустится вниз на одну ячейку;

- щелкнуть по кнопке *Ввод* (с изображением зеленой галочки) в строке формул; данные будут введены в ячейку, а табличный курсор останется на том же месте (в ячейке, в которую была введена информация);

- щелкнуть мышью по другой ячейке;
- нажать одну из клавиш управления курсором.

Для изменения уже введенных данных, следует выбрать нужную ячейку и щелкнуть по строке формул; или два раза щелкнуть по ячейке; или нажать клавишу F2.

Выбранный диапазон (интервал ячеек, или блок ячеек) – это любой набор ячеек, выделенный с определенной целью, например для форматирования или редактирования.

Чтобы выделить все ячейки листа рабочей таблицы, нужно щелкнуть по «чистой» кнопке в левом верхнем углу, на пересечении заголовков столбцов и заголовков строк;

Чтобы выбрать все ячейки в определенном столбце (строке), нужно щелкнуть по букве, обозначающей столбец (на номере строки);

Для выделения произвольного фрагмента, следует указать на начало фрагмента и перетащить указатель мыши на область выделения.

Чтобы выделить несколько не соприкасающихся диапазонов ячеек, нужно щелкнуть на первой ячейке первого диапазона и перетащить указатель мыши на область выделения; затем, удерживая клавишу «Ctrl», щелкнуть по первой ячейке второго диапазона и перетащить по нему указатель и т. д.

Когда вы вводите данные в рабочую таблицу, Excel анализирует вводимую информацию и определяет, является ли она **текстом**, **числовым значением** или **формулой**.

**Текст** – это данные, представленные в виде комбинации букв, знаков пунктуации и чисел.

*Основной признак текста: текстовые данные автоматически выравниваются по левому краю ячеек.* Если текст не помещается в ячейке, он выходит за ее пределы и занимает пространство соседних ячеек. Но это возможно до тех пор, пока соседние ячейки пусты. Если вы введете информацию в ту ячейку, которая занята текстом, Excel отрежет лишний текст по границе ячейки, но не удалит эти символы, а просто уберет их изображение, освобождая место для новых данных. Чтобы недостающий фрагмент текста снова появился на экране, придется расширить соответствующий столбец.

Числовые значения в программе бывают двух типов: количественные величины (например, 140 000 рублей) и числа, представляющие даты (например, 15 ноября 2002 года) или время (например, 2:00 после полудня).

*Числовые данные автоматически выравниваются по правому краю ячеек.* Если число велико и не помещается в ячейке, Excel преобразует его в так называемое экспоненциальное представление. Например, запись 6E + 08 означает, что после цифры 6 следует восемь нулей, т. е. 600 000 000. Чтобы это число в его нормальном виде поместилось в ячейке, нужно просто расширить соответствующий столбец.

Excel дает возможность изменять вид вводимых в ячейки числовых и текстовых данных. Для этого используется диалоговое окно **Формат ячеек**, которое открывается с помощью команды меню **Формат – Ячейки**. Это окно имеет несколько вкладок. Вкладка **Число** управляет форматом вывода чисел. Она содержит 36 форматов, которые разбиты на 11 категорий, включая категорию *Все*. Как только в списке *Категория* выбирается название одной из них, в поле *Коды формата* появляется список форматов, относящихся к данной категории. Чтобы посмотреть все форматы, выбираем категорию *Все*. В этой категории в списке форматов присутствует формат *Основной*. До тех пор, пока ячейке не присвоен специальный формат, все вводимые в нее числовые и текстовые данные выводятся в формате *Основной*

**Общий формат** используется для отображения как текстовых, так и числовых значений произвольного типа.

**Формат чисел.** Категория *Число* содержит параметры, которые позволяют выводить числа в целом формате, фиксированном десятичном формате и в формате с разделителями.

Код формата 0 выводит любое число как целое. Например, число 1234,567 будет округлено и выведено в виде 1235, но в расчетах будет использовано число 1234,576.

Код формата 0,00 округляет числа до двух десятичных знаков после запятой. Например, число 1234, 567 будет выведено как 1234,57, а число 1234,5 как 1234,50.

В формате с разделителями, числа будут представлены с добавлениями пробела между сотнями и тысячами, тысячами и миллионами и т.д.

**Процентный формат.** Категория *Процент* содержит два стандартных кода формата, предназначенных для вывода числовых данных в виде процентов.

**Текстовый формат.** Категория *Текст* содержит только один код формата @, который указывает на то, что данные в ячейке с таким форматом должны интерпретироваться как текстовые данные. Например, в ячейку введено число, и оно как обычно выравнивается вправо. Стоит, однако, присвоить этой ячейке текстовый формат, как ее значение выравнивается влево, словно в ячейке содержится текст.

Можно так же ввести текстовое значение, состоящее только из чисел. Например, для ввода номера группы в виде текста можно выполнить следующие действия:

1. Выделить ячейку.
2. Напечатать «215» или '215
3. Нажать клавишу Enter

Знак равенства и кавычки, так же как и апостроф, появляется в строке формул, но не видны в ячейке

**Денежные форматы.** Категория *Денежный* содержит четыре кода формата, которые совпадают с последними четырьмя кодами формата категории *Число* во всем, кроме того, что в ячейках выводится символ

валюты (р.).

От изменения формата сами числа не меняются. Предположим, по формуле было вычислено число 25,6456. Присвоим этой ячейке Денежный формат. Теперь это значение примет вид 25,65 р. Но программа округлила только отображение десятичного числа – в ячейке по-прежнему находится значение 25,6456. Это же значение будет использовано в дальнейших вычислениях.

**Форматы Дата и Время.** Дата и время в Excel вводятся как числовые значения, а не как текст. Это делается для того, чтобы в дальнейшем их можно было использовать в качестве аргументов для формул. Например, если ввести две даты в качестве числовых значений, можно будет создать формулу, по которой из более поздней даты вычитается более ранняя.

*Excel распознает следующие форматы времени:*

3 AM или PM (AM – до полудня, PM – после полудня) ;

3 A или P ;

3:21 AM или PM ;

3:21:04 AM или PM ;

15:21 ;

15:21:04 .

*Excel воспринимает следующие форматы дат:*

2 Ноябрь 2003 или 2 ноябрь 03 ;

2.11.03 или 2-11-03 ;

2-Ноя-03, или 2/Ноя/03, или 2ноя03 ;

11/3, или 2-Ноя, или 2/ноя, или 2ноя ;

Ноя-03, или ноя/02, или ноя02.

Иногда при вводе в ячейку числа в ней отображается дата. Чтобы исправить это, выделите эту ячейку и выполните *Формат – Ячейки – Число*. Задать формат общий или числовой

Во многих рабочих таблицах в Excel требуется ввести ряд последовательных дат или чисел. Например, нужно дать столбцам наименование месяцев.

Для этого используют средство **Автозаполнение**. Введем в ячейку начальный элемент ряда. Далее, выделяем эту ячейку и помещаем указатель мыши в правый нижний угол ячейки. Маркер заполнения выглядит, как маленький черный крестик. Перетаскиваем указатель мыши в нужном направлении. Создавая ряд элементов, можно двигаться только в одном направлении. Во время перемещения мыши программа информирует о том, что будет введено в последнюю выбранную в диапазоне ячейку, отображая эту информацию рядом с указателем мыши.

Диапазон ячеек можно заполнить также с помощью средства *Автозаполнение*, копируя один текст во все ячейки диапазона. Чтобы это сделать, нажмите клавишу «Ctrl» и, не отпуская ее, двигайте мышью, расширяя область заполнения.

При вводе числа в ячейку, клавишу «Ctrl» нажимаем тогда, когда надо число не копировать, а продолжить ряд.

## Средство Автовод

С возможностью **Автовод** программы Excel делать ничего не нужно, о ней просто необходимо помнить во время ввода данных. Функция Автовод начинает действовать при вводе текста в столбец ячеек (она не действует при вводе числовых значений или формул, а также при вводе текста в строку ячеек). Если в последующих ячейках вы начнете набирать новый текст, который начинается с той же буквы, что и уже введенный, Автовод автоматически продолжит его ввод.

Если Автовод затрудняет работу по вводу данных, это средство можно *отключить*. Выберите команду **Сервис – Параметры** и перейдите на вкладку **Правка**. Снимите флажок **Автовод для значений ячеек** или **Автозавершение значений ячеек** и щелкните по кнопке **ОК**.

Исходные данные в таблице Excel мы представляем числами и текстом, а для выполнения *операций* над содержимым тех или иных ячеек используем *формулы*. Excel позволяет записывать в формулах не только числа, но и другие типы данных: текст, дату, время. Если набранная вами последовательность символов начинается со знака «=» (равно), Excel считает, что вы набрали *формулу*. Так что же входит в формулу? Когда вы выполняете 5+2, то 5 и 2 это значения, а + это оператор. Операторы – это указания на то, что делать со значениями.

Знаками арифметических операций в Excel служат:

- + (сложение);
- (вычитание);
- \* (умножение);
- / (деление);
- ^ (возведение в степень).

Например, если вы ввели в ячейку B3 формулу =A2+C3\*F7, значением этой ячейки будет число, которое равно произведению чисел, записанных в ячейках C3 и F7, сложенному с числом из ячейки A2.

При вычислении значения арифметического выражения операции выполняются слева направо с соблюдением трех уровней приоритета: сначала выполняется возведение в степень, затем умножение и деление, затем сложение и вычитание. Последовательность выполнения операций можно изменить с помощью круглых скобок. При наличии скобок сначала вычисляются значения выражений, записанных внутри скобок. Например, =A2^2+F7\*B4-(B1-B6). Последовательность выполнения операций такова: сперва вычисляется разность чисел, записанных в ячейках B1 и B6, затем значение ячейки A2 возводится во вторую степень, далее вычисляется произведение из значений ячеек F7 и B4, и только потом находится сумма и разность.

Если в ячейке на экране отображена формула, а не результат вычислений, выполняем: **Сервис – Параметры – Вид**, снять *флажок* **Формулы**.

Вместо того, чтобы создавать с нуля сложные формулы с различными комбинациями этих операций, можно воспользоваться функциями Excel.

**Функция** – это заданная формула, выполняющая определенный тип вычислений. Функция имеет имя, например СРЗНАЧ (список аргументов) и, как правило, аргументы, которые записываются в круглых скобках следом за именем функции. Скобки – обязательная принадлежность функции, даже если у нее нет аргументов. В качестве аргументов могут использоваться числа, адреса ячеек, диапазоны ячеек, арифметические выражения и функции.

Работая с функциями, помните:

- Точно так, как и при построении формул, каждая функция должна начинаться со знака равенства (=), чтобы Excel восприняла ее как формулу, а не как текст.

- Функция по одному или нескольким аргументам вычисляет (возвращает) результат – одно или несколько значений.

- Существуют функции, которые не возвращают значение, а выполняют некоторые операции (например, объединяют текстовые строки).

- Существуют функции без аргументов (например, функция ПИ() возвращает число 3,1416...).

В программе Excel можно использовать свыше 400 функций, которые разделены на категории (тематические группы): математические, статистические, финансовые, текстовые, логические, даты и времени.

Хотя функцию можно ввести, набрав ее прямо в ячейке, но куда проще и удобнее использовать **Мастер функций**, который можно вызвать либо нажатием кнопки **f** на панели инструментов «Стандартная», либо нажатием кнопки **f<sub>x</sub>** в строке формул, либо командой **Вставка – Функция**.

Но вначале необходимо выделить ячейку, в которой мы хотим получить результат вычислений!!!

**Мастер функций** имеет два окна – два шага.

В первом открывшемся диалоговом окне *Мастер функций: шаг 1 из 2* содержатся три окна списка: *Поиск функции*, *Категория* и *Функция*. В левом нижнем углу расположена гиперссылка *Справка по этой функции*. При открытии указанного диалогового окна Excel автоматически выбирает категорию функций *10 недавно использовавшихся*, а в списке *Функция* отображает функции, которыми вы пользуетесь чаще всего. Выбрав в этом списке функцию, следует нажать кнопку **ОК**. На экран поступит второе диалоговое окно *Аргументы функции*. Поместим курсор в поле *Число1* и вводим нужный диапазон ячеек (или перетащить мышью, выделив нужный диапазон).

Если нужно использовать несколько диапазонов ячеек нажмите клавишу <Tab> или щелкните на текстовом поле *Число2*. Когда вы укажете все ячейки или диапазоны для функции, щелкните на кнопке **ОК**.

В предыдущих примерах мы вставляли формулы (например, суммы) отдельно в каждую ячейку по строке и по столбцу. Но чаще всего необходимо копировать всего лишь одну только что созданную формулу в ряд смежных ячеек, где должны выполняться одинаковые вычисления (например, суммирование столбцов цифр). Для этого воспользуемся

средством *Автозаполнение*. Вводим в ячейку формулу и нажимаем клавишу <Enter>. Далее выделяем эту ячейку и помещаем указатель мыши в правый нижний угол ячейки. Когда появится маленький черный крестик, перетаскиваем мышь в нужном направлении.

Копировать формулу, записанную в выделенной ячейке, можно только по горизонтали или вертикали. При этом:

- при копировании влево (вправо) по горизонтали смещение на одну ячейку уменьшает (увеличивает) каждый номер *столбца* в формуле на единицу;
- при копировании вверх (вниз) по вертикали смещение на одну ячейку уменьшает (увеличивает) каждый номер *строки* в формуле на единицу.

При операциях *копирования, удаления, вставки* Excel автоматически изменяет адрес ячейки в формулах. Чтобы отменить автоматическое изменение адреса ячейки, вместо **относительного** адреса назначают **абсолютный** (т.е. не изменяющийся) адрес ячейки.

Для этого следует проставить перед номером столбца или перед номером строки знак **доллара \$**:

**\$A5** – не меняет номер столбца;

**A\$5** – не меняет номер строки;

**\$A\$5** – не меняет номер столбца и номер строки.

Таким образом, чтобы предотвратить изменение координаты ячейки в формуле при ее копировании, нужно превратить относительную ссылку на ячейку в абсолютную. Чтобы «вручную» не набирать знак \$, можно воспользоваться клавишей <F4>.

С помощью Excel на рабочих листах можно создавать всевозможные графики и диаграммы, отображающие данные из электронных таблиц в виде выразительной цветной картинке.

Чтобы введенная информация лучше воспринималась, можно изменить внешний вид данных. С помощью инструментов форматирования можно назначить ячейкам новые шрифты и числовые форматы, изменить способы выравнивания их содержимого, а также добавить к ним рамки, узоры, цвет.

С помощью команды *Формат – Ячейки* (или «Ctrl + 1») можно с легкостью применить к выбранному диапазону целый набор различных стилей форматирования. После выполнения этой команды появляется диалоговое окно *Формат ячеек*, которое содержит шесть вкладок: *Число, Выравнивание, Шрифт, Рамка, Вид и Защита*.

Вкладка *Число* позволяет выбрать основной формат для отображения содержимого ячеек.

Вкладка *Выравнивание* задает метод выравнивания и угол наклона надписи. Кроме выравнивания по левому краю, по центру, по правому краю, можно использовать выравнивание данных в ячейке по вертикали.

Вкладка *Шрифт* определяет гарнитуру и начертание шрифта.

Вкладка *Граница* позволяет задать рамки, изображаемые на внешних и внутренних границах диапазона. Линии сетки, которые отображаются на листе, являются только направляющими; они помогают при размещении

элементов таблицы.

### **Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Что такое электронная таблица? Какие электронные таблицы вы знаете?
2. Каково назначение электронных таблиц?
3. Опишите основные характеристики табличного процессора Microsoft Excel.
4. Опишите порядок ввода информации в табличном процессоре Microsoft Excel.
5. Какие форматы данных могут находиться в ячейке таблицы Microsoft Excel?
6. Какие числовые форматы можно вводить в ячейки таблицы Microsoft Excel?
7. Какие средства автоматизации ввода данных существуют в программе Excel?
8. Какие функции используются для расчетных операций в программе Excel?
9. В чем различие относительных и абсолютных ссылок в формулах Excel?

### **Рекомендуемая для изучения литература**

1. Основы компьютерных технологий в образовании. Статистический анализ и обработка данных с применением MS Excel: учеб. пособие / С. И. Максимов [и др.]. – Минск : РИВШ, 2006. – 92 с.
2. Стоцкий, Ю. Microsoft Office 2010 / Ю. Стоцкий, А. Васильев, И. Телина. – СПб. : Питер : Лидер, 2011. – 425 с.



## Тема 4.1. БАЗЫ ДАННЫХ И СУБД. МОДЕЛИ ДАННЫХ

### План лекции

1. Базы данных.
2. Современные системы управления базами данных (СУБД) и их возможности.
3. Структура данных, модели данных.
4. СУБД MS Access, ее возможности.

#### *1. Базы данных*

Сегодня во многих сферах человеческой деятельности широко используются информационные системы, реализующие автоматизированный сбор, обработку и манипулирование данными с помощью технических средств обработки данных и соответствующего программного обеспечения. Важнейшими компонентами информационных систем являются базы данных и системы управления базами данных.

**База данных (БД)** – это машинная информационная модель предметной области, представляющая собой поименованную интегрированную совокупность данных об объектах этой области и их взаимосвязях, причем все данные организуются на общих принципах описания, хранения, обработки и находятся в машинной памяти.

#### *2. Современные системы управления базами данных (СУБД) и их возможности*

**Система управления базой данных (СУБД)** – это совокупность программных и языковых средств, предназначенных для создания и ведения базы данных, управления данными в ней и обеспечения ее взаимодействия с прикладными программами пользователей.

Основные функции СУБД:

- создание структуры базы данных, т.е. пустого хранилища данных, соответствующего требованиям пользователя;
- ввод данных в базу данных, т.е. заполнение хранилища;
- обеспечение простого и быстрого доступа к любому элементу данных;
- ведение базы данных, т.е. корректировка, обработка, добавление, обновление и удаление данных;
- формирование отчетов и справок по запросам пользователя;
- обеспечение возможности реорганизации и реструктуризации данных в случае необходимости;
- обеспечение целостности данных (целостность – это свойство данных противостоять процессам естественного и искусственного разрушения и нарушения данных).

СУБД является пакетом прикладных программ управляющего характера и не решает никаких расчетных задач. СУБД является инструментом для осуществления хранения и обработки интегрированных данных.

По характеру использования СУБД делятся на персональные и многопользовательские. Персональные СУБД работают на персональных компьютерах и обеспечивают возможность создания недорогих баз данных. Примерами таких СУБД являются Visual Fox Pro, Paradox, Clipper, dBase, MS Access и др.

Многопользовательские СУБД работают в неоднородной вычислительной среде, допускают разные типы ЭВМ и различные операционные системы, и обеспечивают возможность создания многопользовательских информационных систем, функционирующих по технологии “клиент-сервер”. Они требуют много ресурсов и достаточно дорогие.

Современные СУБД обеспечивают поддержку работы в сети, поддержку работы с Windows-приложениями, защиту и безопасность данных, целостность базы данных и др.

### ***3. Структура данных, модели данных***

База данных, представляющая собой компьютерную информационную модель предметной области, оперирует с формально определенными объектами внешнего мира и основывается на формальном описании предметной области. Для формального описания предметной области разработано множество различных моделей данных.

**Модель данных** – это совокупность языковых средств СУБД, обеспечивающих описание структур данных, связывание фрагментов структур и манипулирование данными в базе данных.

Основной особенностью понятия “модель данных” является наличие специальных языковых средств для описания структур данных, операций над данными и связей между ними. В языковые средства входят обычно такие языки СУБД, как язык описания данных, язык манипулирования данными, язык запросов данных.

Среди множества различных моделей данных наиболее широко распространенными являются **иерархическая, сетевая, реляционная и объектно-ориентированная** модели.

В **иерархической модели** данные представляются в виде древовидной иерархической структуры, т.е. база данных представляется связным ориентированным графом типа дерева. Иерархическая модель удобна для работы с иерархически упорядоченной информацией и громоздка для информации со сложными логическими связями.

В **сетевой модели** данные представляются в виде произвольного графа (не древовидного). Сетевая модель более универсальна по сравнению с иерархической моделью. Однако, недостатком сетевой модели является

большая сложность схемы базы данных, построенной на ее основе, а также сложность поиска данных.

В **реляционной модели** данных отношения (relation – англ.), или взаимосвязи, между объектами реального мира описываются с помощью набора двумерных таблиц, в которых хранятся данные об этих объектах. Эта модель характеризуется простым и единообразным способом представления данных в виде таблиц. Такая форма представления привычна для человека. Теоретической основой реляционной модели является алгебра отношений, или реляционная алгебра. Основным принципом реляционного подхода заключается в использовании логических операций над таблицами с целью извлечения из таблицы желаемой таблицы и формирования новых таблиц (отношений). Реляционная модель характеризуется удобной и гибкой схемой базы данных, простотой формирования запросов на поиск информации в базе данных, хорошими возможностями обеспечения целостности и защиты данных, удобством реализации на ЭВМ. Поэтому большинство современных компьютерных баз данных основано на использовании реляционной модели. Основными недостатками реляционной модели являются жесткая структура данных (например, строки таблицы имеют определенную длину и т.д.) и сильная зависимость скорости работы от размера базы (т.е. увеличение числа таблиц заметно уменьшает скорость работы с базой). Реляционная модель данных в основном используется в базах данных среднего размера.

**Объектно-ориентированная** модель данных является гибридной. Она объединяет реляционную и сетевую модели, и используется для создания крупных баз данных со сложными структурами данных. Объектный подход позволяет интегрировать в базе традиционные и нетрадиционные данные (рисунки, звук, видео).

В зависимости от используемой модели данных различают, соответственно, иерархические, сетевые, реляционные и объектно-ориентированные БД и СУБД.

#### ***4. СУБД MS Access, ее возможности***

**СУБД MS Access** - одна из самых популярных СУБД общего назначения. Она относится к персональным СУБД реляционного типа. MS Access является составной частью интегрированного офисного пакета MS Office и имеет графический оконный интерфейс, схожий с интерфейсом других программ этого пакета

СУБД MS Access отличается простотой изучения (т.к. она ориентирована на пользователей, а не на программистов) и широким набором возможностей и средств для работы с реляционными базами данных. MS Access позволяет:

- создавать базы данных,
- выполнять операции установления связей между данными,
- выполнять операции поиска и выборки данных по условиям,
- создавать и использовать формы для ввода, вывода и просмотра

данных,

- формировать итоговые отчеты,
- обеспечивает возможность работы с данными других СУБД, таких как FoxPro, Paradox и т.д.

и др.

В отличие от других систем управления базами данных MS Access позволяет содержать в файле базы данных не только объекты данных (таблицы, запросы), но и объекты приложения (формы, отчеты, макросы, модули). Т.е. MS Access позволяет создавать завершенное приложение, все объекты которого содержатся в одном файле.

MS Access имеет средства для автоматизации проектирования объектов базы данных. К таким средствам относятся конструкторы и мастера. Конструкторы предоставляют пользователю ряд инструментальных средств, с помощью которых можно быстро и просто создавать и изменять объекты базы данных. Мастера задают пользователю вопросы и на основе ответов строят объекты базы данных.

MS Access располагает разнообразными графическими средствами для оформления таблиц, форм, отчетов.

Кроме проектирования объектов базы данных, MS Access выполняет разнообразные функции управления базой данных, такие как защита данных, резервирование данных, восстановление данных, сжатие данных, экспорт и импорт данных, просмотр сведений о базе данных и др.

### **Основные объекты в MS Access**

**Таблица** – это основной объект базы данных, предназначенный для хранения информации. Каждая таблица хранит информацию определенного типа (например, сведения о сотрудниках, сведения о товарах и т.д.). По терминологии СУБД, столбцы таблицы называются *полями*, а строки – *записями*. Каждое поле имеет определенный тип данных (текст, число и т.д.), длину и уникальное имя, определяющее информацию, хранящуюся в этом поле. Запись представляет собой полный набор данных об определенном объекте предметной области. Информация в базу данных вводится записями.

Записи таблицы различаются по значениям одного или нескольких полей, имеющих уникальное значение или комбинацию значений для каждой записи. Эти поля называются *ключевыми* (или просто *ключом*). Если записи различаются по значениям одного поля, то такой ключ называется *простым*. Если записи различаются по значениям нескольких полей, то такой ключ называется *составным*. Ключ таблицы характеризуется следующими свойствами: 1) ключ однозначно идентифицирует каждую запись, 2) в ключе отсутствует избыточность, т.е. нельзя удалить никакое поле ключа, не нарушив свойство однозначной идентификации записей.

**Запрос** – это объект базы данных, который позволяет пользователю получить нужные данные из одной или нескольких таблиц. С помощью запросов выполняется выборка данных, соответствующих некоторому критерию. При создании запроса можно указать: (1) таблицы, из которых будет производиться выборка данных, (2) поля таблиц, которые должны быть

включены в результат запроса, (3) условия отбора данных.

**Форма** – представляет собой созданный на экране шаблон для упрощения процессов ввода, просмотра, коррекции, обновления и удаления записей базы данных. Формы позволяют отображать данные таблиц в более удобном для восприятия виде.

**Отчет** – это объект базы данных, предназначенный для создания текстового или графического документа, основанного на информации, отобранной из базы данных, с последующим выводом его на экран, на печать или включением в документ другого приложения.

**Макросы и модули** – это объекты базы данных, представляющие собой структурированное описание одного или нескольких действий, которые будут выполнены программой Access в ответ на определенное событие (иными словами, это запрограммированные процедуры обработки событий).

### **Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Что такое база данных?
2. Что такое система управления базой данных? Каковы ее основные функции?
3. Какими возможностями обладают современные СУБД?
4. Какие вы знаете модели данных? Какая из них реализована в СУБД MS Access?
5. Какие операции позволяет выполнить СУБД MS Access?
6. Каковы основные объекты СУБД MS Access?

### **Рекомендуемая для изучения литература**

1. Сеннов, А. С. Access 2010. Учебный курс / А. С. Сеннов. – СПб. : Питер, 2010. – 288 с.

## Тема 5.1. ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

### План лекции

1. Понятие информационной безопасности.
2. Средства защиты информации.
3. Правовое, организационное и программно-техническое обеспечение информационной безопасности.

#### *1. Понятие информационной безопасности*

В связи с происходящим сегодня процессом формирования постиндустриального информационного общества, информация становится главным ресурсом научно-технического и социально-экономического развития. Информация имеет определенную ценность (и цену). Получение ценной информации злоумышленником приносит ему обязательный доход и причиняет, как правило, значительный ущерб истинным владельцам этой информации. Именно поэтому появился термин «компьютерная (информационная) преступность».

Сегодня руководители всех рангов, как в коммерческих, так и в государственных структурах, должны уделять вопросам защиты информации самое пристальное внимание. К компьютерным системам и сетям сегодня предъявляется требование обеспечения информационной безопасности. Т.е. для того, чтобы компьютерные системы и сети могли эффективно использоваться, в них должна быть обеспечена безопасность всех задействованных информационных ресурсов, т.е. информационная безопасность.

**Под информационной безопасностью понимается защищенность информации и поддерживающей ее инфраструктуры от случайных и преднамеренных воздействий естественного или искусственного характера, результатом которых может явиться нанесение ущерба самой информации, ее владельцам или поддерживающей инфраструктуре.**

Задачи информационной безопасности сводятся к минимизации ущерба, а также к прогнозированию и предотвращению таких воздействий.

В области компьютерных систем и информационных технологий обеспечение информационной безопасности подразумевает:

- надежность работы компьютерных средств;
- сохранность данных;
- защиту информации от внесения в нее изменений неуполномоченными лицами;
- сохранение тайны переписки в электронной связи и электронных коммуникациях.

## ***2. Средства защиты информации***

Когда говорят об информационных системах, то под безопасностью информационной системы понимается ее защищенность от случайного или преднамеренного вмешательства в ее работу, а также от попыток хищения, модификации или разрушения ее компонентов и ресурсов.

Естественно, что в информационной безопасности заинтересованы все категории субъектов: государственные организации, коммерческие структуры, физические лица.

**Защита информации – это комплекс мероприятий, направленных на обеспечение информационной безопасности.**

Средства защиты информации, т.е. средства, обеспечивающие информационную безопасность, должны решать следующие три основные задачи:

- 1) обеспечивать **конфиденциальность** информации;
- 2) обеспечивать **целостность** информации;
- 3) обеспечивать **доступность** информации.

**(1) Конфиденциальностью информации называется ее защищенность от несанкционированного ознакомления.**

Обеспечение свойства конфиденциальности информационной системы означает, что информация должна быть доступна только допущенным и прошедшим проверку субъектам системы.

В государственных организациях и учреждениях используется четыре степени конфиденциальности документов: «для служебного пользования», «секретно», «совершенно секретно», «особой важности».

Гриф ограничения доступа «для служебного пользования» присваивается внутренним документам государственной организации, содержащим несекретные служебные сведения, распространение которых нежелательно в интересах обеспечения деятельности данной организации. Грифы «секретно» и «совершенно секретно» присваиваются документам, содержащим служебную тайну. Гриф «особой важности» присваивается документам, содержащим государственную тайну.

В коммерческих структурах для деловых документов обычно используется три степени конфиденциальности: «конфиденциально», «строго конфиденциально», «коммерческая тайна».

**(2) Целостностью информации называется ее защищенность от несанкционированного изменения и разрушения.**

Если при нарушении конфиденциальности сама информация остается целой и невредимой, то при нарушении целостности страдает сама информация.

**(3) Доступность информации – это возможность ее получения допущенным (легальным) пользователем за приемлемое время при любых мерах и системах ее защиты.**

Т.о. средства защиты информации должны обеспечивать ее

конфиденциальность и целостность, но при этом не должна страдать доступность информации.

### ***3. Правовое, организационное и программно-техническое обеспечение информационной безопасности***

Сегодня политика информационной безопасности является частью общей государственной политики безопасности. Методологической основой политики безопасности в госуправлении и на местах служит «Концепция национальной безопасности Республики Беларусь», утвержденная Указом Президента в 2011 г.

**Обеспечение информационной безопасности – это совокупность правовых, организационных и программно-технических методов и средств защиты информационных ресурсов, позволяющих проводить принятую политику информационной безопасности.**

Иными словами, обеспечение информационной безопасности включает правовое, организационное и программно-техническое обеспечение.

**Правовое обеспечение информационной безопасности** призвано поддерживать в обществе негативное отношение к нарушителям информационной безопасности, сформировать карательные меры воздействия на злостных нарушителей.

**Организационное обеспечение информационной безопасности** имеет своей задачей формирование и проведение политики информационной безопасности на предприятиях, в организациях, учреждениях и т.д. Сюда относится обучение персонала, организация охраны компьютеров и внутренних линий связи и т.д. Практика показывает, что примерно 70 % нарушений информационной безопасности систем и сетей приходится на так называемый «человеческий фактор». Этот факт говорит о большой важности организационного обеспечения информационной безопасности.

**Программно-техническое обеспечение информационной безопасности** призвано осуществлять конкретные меры безопасности на уровне компьютерных систем и сетей. К средствам программно-технического обеспечения информационной безопасности относятся, например, следующие:

– межсетевые экраны (брандмауэры) – программно-технические средства, препятствующие несанкционированному перемещению данных между сетями,

– программы идентификации (опознания) и аутентификации (установления подлинности) пользователей и адресантов,

– программы протоколирования и аудита систем и сетей (аудит – это регистрация основных действий для последующего анализа),

– программы антивирусной защиты информации (компьютерный вирус – это программный код, встроенный в другую программу, или в документ, или в определенные области носителя данных, и предназначенный для выполнения несанкционированных действий на компьютере),



– программы стеганографической защиты сообщений (т.е. маскирование закрытой информации среди открытых данных),

– программы криптографической защиты сообщений, в которых реализуются методы и способы преобразования (шифрования) информации с целью скрыть ее истинное содержание от лиц, не имеющих полномочий знать эту информацию,

и др.

Хотя на страже информационной безопасности и стоят законы (в цивилизованных странах), тем не менее, в сфере вычислительной техники законотворческий процесс не успевает за развитием технологий, поэтому надежность работы компьютерных систем и их информационная безопасность во многом опирается именно на программно-технические методы и средства защиты информации.

### **Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Что понимается под информационной безопасностью?
2. Что такое защита информации?
3. Какие задачи решают средства защиты информации? Детализируйте эти задачи.
4. Какие компоненты включает в себя обеспечение информационной безопасности? Какие методы и средства защиты информации являются наиболее надежными?

### **Рекомендуемая для изучения литература**

1. Шаньгин, В. Ф. Защита компьютерной информации. Эффективные методы и средства / В. Ф. Шаньгин. –М. : ДМК Пресс, 2010. – 544 с.
2. Курьянова, Н. И. Информационные технологии : пособие / Н. И. Курьянова, Ю. О. Волков, В. К. Пономаренко ; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск : БГУФК, 2013. – 37 с.

**Лекция 10**  
**Математические модели, исследование операций**  
**и численные методы в научных исследованиях**

**Лекция 11**  
**Статистические методы анализа данных**

## **Лекция 12**

### **Задачи и методы оптимизации в спортивных исследованиях**

## Тема 6.2. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ДАННЫХ

### План лекции

1. Статистические методы анализа экспериментальных данных. Выборочное исследование.
2. Основные статистические характеристики выборочных данных.
3. Корреляционный анализ.
4. Пакет анализа данных в электронной таблице MSExcel.
5. Статистические гипотезы, выдвижение и проверка гипотез в научных исследованиях.

#### ***1. Статистические методы анализа экспериментальных данных. Выборочное исследование***

Слово «*статистика*» происходит от латинского *status* – состояние, положение вещей. Первоначально оно употреблялось в значении «политическое состояние».

Слово «статистика» употребляется в нескольких значениях: прежде всего как синоним слова «данные». В этом смысле статистика входит в разделы самых различных естественных и технических наук, поскольку они связаны со сбором и обработкой массовых наблюдений, опытов и экспериментов.

Статистикой называется отрасль знаний, объединяющая принципы и методы работы с числовыми данными, характеризующими массовые явления. В этом смысле статистика включает в себя несколько самостоятельных дисциплин:

- общую теорию статистики – изложение общих правил сбора и обработки массовых данных;
- теорию вероятностей – науку о свойствах генеральной совокупности бесконечно большого объема;
- математическую статистику, рассматривающую правила оценивания параметров и свойств генеральной совокупности по данным выборки;
- социально-экономическую статистику и статистику населения.

*Предметом математической статистики* является анализ результатов массовых, повторяющихся измерений.

Выделяют три основных этапа статистических исследований:

1. *Статистическое наблюдение* – научно организованный сбор данных, характеризующих изучаемый объект. Оно должно удовлетворять следующим требованиям:

- а) объекты наблюдения (испытуемые) должны быть одинаковыми с точки зрения их свойств (квалификация, специализация, возраст и др.);
- б) число объектов наблюдения должно быть достаточным, чтобы можно было выявить закономерности и обобщить их свойства.

2. *Статистическая сводка и группировка* – обработка собранных первичных данных, включающая их группировку, обобщение и оформление статистических таблиц.

3. *Статистический анализ* – на основе итоговых данных сводки рассчитываются различные обобщающие показатели в виде средних и относительных величин, выявляются определенные закономерности в распределениях, динамике показателей и т.п.

Любое статистическое исследование начинается с формулировки его цели и задач, а следовательно и тех сведений, которые могут быть получены в процессе наблюдения. После этого определяется объект и единица наблюдения, разрабатывается программа, выбирается вид и способ наблюдения.

Экспериментальные данные в области физической культуры и спорта обычно представляют собой результаты измерения некоторых признаков (спортивный результат и др.).

Основными методами анализа экспериментальных данных являются:

– описательная статистика (расчет показателей центра ряда, вариации и распределения);

– корреляционный анализ;

– выводная статистика (проверка статистических гипотез).

В процессе проведения исследований методами математической статистики описывается или измеряется общий признак объектов исследования (например, спортсменов). В результате такого описания или измерения получается *статистическая совокупность*. Статистическая совокупность может быть генеральной или выборочной.

*Генеральная совокупность* представляет собой совокупность всех возможных значений признака в данном исследовании.

*Выборочная совокупность (выборка)* получается путем выборочного исследования.

В большинстве случаев выборочный метод исследования является более предпочтительным по сравнению с исследованием всех возможных объектов. Причинами использования выборочного метода можно назвать следующие:

– возможность получения информации о генеральной совокупности с бесконечно большим числом элементов;

– повышение точности данных за счет уменьшения ошибки регистрации (при этом стоит отметить увеличение ошибки репрезентативности);

– экономию материальных, трудовых, финансовых ресурсов и времени;

– предотвращение порчи наблюдаемых объектов (в случае, если подвергающиеся исследованию объекты выходят из строя);

– оперативность получения и высокая достоверность результатов;

– широкая область применения.

Для того, чтобы выборочное обследование было правильным, необходимо выполнить следующие условия:

- определить границы генеральной совокупности;
- разработать программу наблюдения;
- установить допустимый размер погрешности и на его основании определить объем выборки;
- установить сроки проведения наблюдения;
- оценить точность и достоверность данных выборки и определить порядок их распространения на генеральную совокупность.

Если обследование носит масштабный характер, дополнительно требуется определить список единиц исследуемой совокупности, их размещение, а также потребность в кадрах для проведения выборочного наблюдения, провести их подготовку.

Объем генеральной совокупности (количество ее элементов) принято обозначать буквой  $N$ , объем выборки обозначают буквой  $n$ .

Исследования в области физической культуры и спорта имеют свою специфику. Так, при оценке эффективности новой методики тренировки выборочный метод позволяет делать выводы о гипотетически бесконечно большой генеральной совокупности. При необходимости исследовать характеристики спортсменов высокого класса в каком-либо виде спорта, в большинстве случаев нет возможности исследовать большое количество спортсменов, вследствие чего мы вынуждены работать с малой выборкой, используя статистические методы, специально разработанные для работы с малыми выборками.

Выборочные оценки отличаются от генеральных параметров за счет ошибки наблюдения и ошибки выборки. Для того, чтобы по выборке можно было делать вывод о свойствах генеральной совокупности, выборка должна быть репрезентативной (представительной), т.е. полно и адекватно представлять свойства генеральной совокупности.

Репрезентативность выборки может быть обеспечена только при объективности отбора данных. Различают следующие способы отбора:

- случайный – методом лотереи;
- по определенной схеме, например, каждый 5-й или 10-й из списка;
- смешанный – сочетание первого и второго способов.

Различают следующие виды выборки:

– типическая – из совокупности, разбитой на типические группы (жители района, возрастная группа, представители одного вида спорта, спортивного разряда и т.д.) выбираются единицы случайным способом или по схеме;

– серийная – выбор идет из студенческих групп, бригад, других объединений;

– повторная – уже однажды исследованный объект может быть выбран повторно;

– бесповторная – объект, который подвергся исследованию, больше не может быть выбран для повторного исследования;

– многоступенчатая – единицы отбираются в несколько этапов, причем основной совокупностью для каждого следующего этапа служит выборка

предыдущего этапа, например, сначала отбирают факультет, затем группу, и, наконец, самих исследуемых внутри группы;

– многофазная – особый вид многоступенчатой выборки, когда из сформированной выборки большого объема производится новая выборка для более интенсивного изучения меньшего объема и т.д., при этом независимо от числа фаз в последующих выборках используется неизменно одна и та же единица отбора, что и в основной выборке.

*Ошибка выборки* или ошибка репрезентативности – это разница между значением показателя, полученного по выборке, и генеральным параметром.

Ошибки выборки бывают *случайные* и *неслучайные* (например, связанные с отклонением от схемы отбора). Случайные ошибки выборки – ошибки, которые изменяются по вероятностному закону.

## **2. Основные статистические характеристики выборочных данных**

Основные статистические характеристики делят на две основные группы: меры центральной тенденции и характеристики вариации.

*Центральную тенденцию выборки* позволяют оценить такие статистические характеристики, как *среднее арифметическое значение, мода, медиана*.

Наиболее просто получаемой мерой центральной тенденции является мода. *Мода (Mo)* – это такое значение в множестве наблюдений, которое встречается наиболее часто. В совокупности значений (2, 6, 6, 8, 7, 33, 9, 9, 9, 10) модой является 9, потому что оно встречается чаще любого другого значения. В случае, когда все значения в группе встречаются одинаково часто, считают, что эта группа не имеет моды.

Когда два соседних значения в ранжированном ряду имеют одинаковую частоту и они больше частоты любого другого значения, мода есть среднее этих двух значений.

Если два несмежных значения в группе имеют равные частоты, и они больше частот любого значения, то существуют две моды (например, в совокупности значений 10, 11, 11, 11, 12, 13, 14, 14, 14, 17 модами являются 11 и 14); в таком случае группа измерений или оценок является *бимодальной*.

Наибольшей модой в группе называется единственное значение, которое удовлетворяет определению моды. Однако во всей группе может быть несколько меньших мод. Эти меньшие моды представляют собой локальные вершины распределения частот.

*Медиана (Me)* – середина ранжированного ряда результатов измерений. Если данные содержат четное число различных значений, то медиана есть точка, лежащая посередине между двумя центральными значениями, когда они упорядочены.

*Среднее арифметическое значение  $\bar{x}$*  для неупорядоченного ряда измерений вычисляют по формуле:



$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i,$$

где  $\sum_{i=1}^n x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_n$ . Например, для данных 4,1; 4,4; 4,5; 4,7; 4,8 вычислим  $\bar{x}$ :

$$\bar{x} = \frac{4,1 + 4,4 + 4,5 + 4,7 + 4,8}{5} = 4,5.$$

Каждая из выше вычисленных мер центра является наиболее пригодной для использования в определенных условиях.

Мода вычисляется наиболее просто – ее можно определить на глаз. Более того, для очень больших групп данных это достаточно стабильная мера центра распределения.

Медиана занимает промежуточное положение между модой и средним с точки зрения ее вычисления. Эта мера получается особенно легко в случае ранжированных данных.

Среднее множество данных предполагает в основном арифметические операции.

На величину среднего влияют значения всех результатов. Медиана и мода не требуют для определения всех значений. Посмотрим, что произойдет со средним, медианой и модой, когда удвоится максимальное значение в следующем множестве:

	$\bar{x}$	<i>Me</i>	<i>Mo</i>
Множество 1: 1, 3, 3, 5, 6, 7, 8	33/7	5	3
Множество 2: 1, 3, 3, 5, 6, 7, 16	41/7	5	3

На величину среднего особенно влияют результаты, которые называют “выбросами”, т.е. данные, находящиеся далеко от центра группы оценок.

Вычисление моды, медианы или среднего – чисто техническая процедура. Однако выбор из этих трех мер и их интерпретация зачастую требуют определенного размышления. В процессе выбора следует установить следующее:

- в малых группах мода может быть совершенно нестабильной. Например, мода группы: 1, 1, 1, 3, 5, 7, 7, 8 равна 1; но если одна из единиц превратится в нуль, а другая – в два, то мода будет равна 7;

- на медиану не влияют величины “больших” и “малых” значений. Например, в группе из 50 значений медиана не изменится, если наибольшее значение утроится;

- на величину среднего влияет каждое значение. Если одно какое-нибудь значение меняется на  $c$  единиц,  $\bar{x}$  изменится в том же направлении на  $c/n$  единиц;

- некоторые множества данных не имеют центральной тенденции, что часто вводит в заблуждение при вычислении только одной меры центральной тенденции. Особенно это справедливо для групп, имеющих более чем одну моду;

– когда считают, что группа данных является выборкой из большой симметричной группы, среднее выборки, вероятно, ближе к центру большой группы, чем медиана и мода.

Все средние характеристики дают общую характеристику ряда результатов измерений. На практике нас часто интересует, как сильно каждый результат отклоняется от среднего значения. Однако легко можно представить, что две группы результатов измерений имеют одинаковые средние, но различные значения измерений. Например, для ряда 3, 6, 3 – среднее значение  $\bar{x} = 4$ ; для ряда 5, 2, 5 – также среднее значение  $\bar{x} = 4$ , несмотря на существенное различие этих рядов.

Поэтому средние характеристики всегда необходимо дополнять показателями вариации, или колеблемости.

К характеристикам *вариации*, или *колеблемости*, результатов измерений относят размах варьирования, дисперсию, среднее квадратическое отклонение, коэффициент вариации, стандартную ошибку средней арифметической.

Самой простой характеристикой вариации является *размах варьирования*. Его определяют как разность между наибольшим и наименьшим результатами измерений. Однако он улавливает только крайние отклонения, но не отражает отклонений всех результатов.

Чтобы дать обобщающую характеристику, можно вычислить отклонения от среднего результата. Например, для ряда 3, 6, 3 значения  $(x_i - \bar{x})$  будут следующими:  $3 - 4 = -1$ ;  $6 - 4 = 2$ ;  $3 - 4 = -1$ . Сумма этих отклонений  $(-1) + 2 + (-1)$  всегда равна 0. Чтобы избежать этого, значения каждого отклонения возводят в квадрат:  $(-1)^2 + 2^2 + (-1)^2 = 6$ .

Значение  $(x_i - \bar{x})^2$  делает отклонения от средней более явственными: малые отклонения становятся еще меньше ( $0,5^2=0,25$ ), а большие – еще больше ( $5^2 = 25$ ). Получившуюся сумму  $\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$  называют *суммой квадратов отклонений*. Разделив эту сумму на число измерений, получают средний квадрат отклонений, или *дисперсию*. Она обозначается  $\sigma^2$  и вычисляется по формуле:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}.$$

Если число измерений не более 30, т.е.  $n \leq 30$ , используется формула:

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}.$$

Величина  $n - 1 = k$  называется *числом степеней свободы*, под которым подразумевается число свободно варьирующих членов совокупности. Установлено, что при вычислении показателей вариации один член эмпирической совокупности всегда не имеет степени свободы.

Эти формулы применяются, когда результаты представлены неупорядоченной (обычной) выборкой.

Из характеристик колеблемости наиболее часто используется *среднее квадратическое отклонение*, которое определяется как положительное значение корня квадратного из значения дисперсии, т.е.:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}.$$

*Среднее квадратическое отклонение* или *стандартное отклонение* характеризует степень отклонения результатов от среднего значения в абсолютных единицах и имеет те же единицы измерения, что и результаты измерения.

Однако для сравнения колеблемости двух и более совокупностей, имеющих различные единицы измерения, эта характеристика не пригодна.

*Коэффициент вариации* определяется как отношение среднего квадратического отклонения к среднему арифметическому, выраженное в процентах. Вычисляется он по формуле:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\%.$$

В спортивной практике колеблемость результатов измерений в зависимости от величины коэффициента вариации считают небольшой (0 – 10 %), средней (11 – 20 %) и большой ( $V > 20$  %).

Коэффициент вариации имеет большое значение в статистической обработке результатов измерений, т. к., будучи величиной относительной (измеряется в процентах), позволяет сравнивать между собой колеблемость результатов измерений, имеющих различные единицы измерения. Коэффициент вариации можно использовать лишь в том случае, если измерения выполнены в шкале отношений.

### **3. Корреляционный анализ**

В спортивных исследованиях между изучаемыми показателями часто обнаруживается взаимосвязь. Вид ее бывает различным. Например, определение ускорения по известным данным скорости, второй закон Ньютона и другие характеризуют так называемую *функциональную зависимость*, или взаимосвязь, при которой каждому значению одного показателя соответствует строго определенное значение другого.

К другому виду взаимосвязи относят, например, зависимость веса от длины тела. Одному значению длины тела может соответствовать несколько значений веса и наоборот. В таких случаях, когда одному значению одного показателя соответствует несколько значений другого, взаимосвязь называют *статистической*.

Изучению статистической взаимосвязи между различными показателями в спортивных исследованиях уделяют большое внимание, поскольку это позволяет вскрыть некоторые закономерности и в дальнейшем описать их как словесно, так и математически с целью использования в практической работе тренера и педагога.

Среди статистических взаимосвязей наиболее важны *корреляционные*. Корреляция – это статистическая зависимость между случайными величинами, при которой изменение одной из случайных величин приводит к изменению математического ожидания (среднего значения) другой. Например, толкание ядра 3 кг и 5 кг. Улучшение результатов толкания ядра 3 кг вызывает улучшение (в среднем) результата в толкании ядра весом 5 кг.

Статистический метод, который используется для исследования взаимосвязей, называется *корреляционным анализом*. Основной задачей его является *определение формы, тесноты и направленности* взаимосвязи изучаемых показателей. Корреляционный анализ позволяет исследовать только статистическую взаимосвязь. Он широко используется в теории тестов для оценки их надежности и информативности. Различные шкалы измерений требуют разных вариантов корреляционного анализа.

Величина коэффициента взаимосвязи рассчитывается с учетом шкалы, использованной для измерений.

Для оценки взаимосвязи, когда измерения производят в шкале отношений или интервалов и форма взаимосвязи линейная, используется коэффициент корреляции Бравэ-Пирсона (коэффициенты корреляции для других шкал измерения в данном пособии не рассматриваются). Обозначается он латинской буквой –  $r$ . Вычисление значения  $r$  чаще всего производят по формуле:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n\sigma_x\sigma_y},$$

где  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$  – средние арифметические значения показателей  $x$  и  $y$ ,  $\sigma_x$  и  $\sigma_y$  – средние квадратические отклонения,  $n$  – число измерений (испытуемых).

В некоторых случаях тесноту взаимосвязи определяют на основании коэффициента *детерминации*  $D$ , который вычисляется по формуле:

$$D = r^2 \times 100\% .$$

Этот коэффициент определяет часть общей вариации одного показателя, которая объясняется вариацией другого показателя. Например, коэффициент корреляции  $r = -0,677$  (между результатами в беге на 30 м с ходу и тройном прыжке с места). Коэффициент детерминации равен:

$$D = (-0,677)^2 \times 100\% = 45,8\% .$$

Следовательно, 45,8 % рассеяния спортивного результата в тройном прыжке объясняется изменением результатов в беге на 30 м. Иными словами, на оба исследуемых признака действуют общие факторы, вызывающие варьирование этих признаков, и доля общих факторов составляет 45,8%. Остальные  $100\% - 45,8\% = 54,2\%$  приходятся на долю факторов, действующих на исследуемые признаки избирательно.

Оценить статистическую достоверность коэффициента корреляции – это значит определить, существует или нет линейная корреляционная связь между генеральными совокупностями или, что то же, установить,

существенно или несущественно отличается от нуля коэффициент корреляции между выборками. Эта задача может быть решена с помощью таблиц критических точек распределения коэффициента корреляции в следующем порядке:

1. Выдвигаются статистические гипотезы. Гипотеза  $H_0$  предполагает отсутствие статистически значимой взаимосвязи между исследуемыми показателями ( $r_{ген}=0$ ). Гипотеза  $H_1$  предполагает, что существует статистически достоверная взаимосвязь между показателями ( $r_{ген}>0$ ).

2. Рассчитывается наблюдаемое значение коэффициента корреляции  $r_{набл}$ .

3. Находится по таблице критическое значение коэффициента корреляции  $r_{крит}$  в зависимости от объема выборки  $n$ , уровня значимости  $\alpha$  и вида критической области (односторонняя или двусторонняя).

3. Сравнивается  $r_{набл}$  и  $r_{крит}$ .

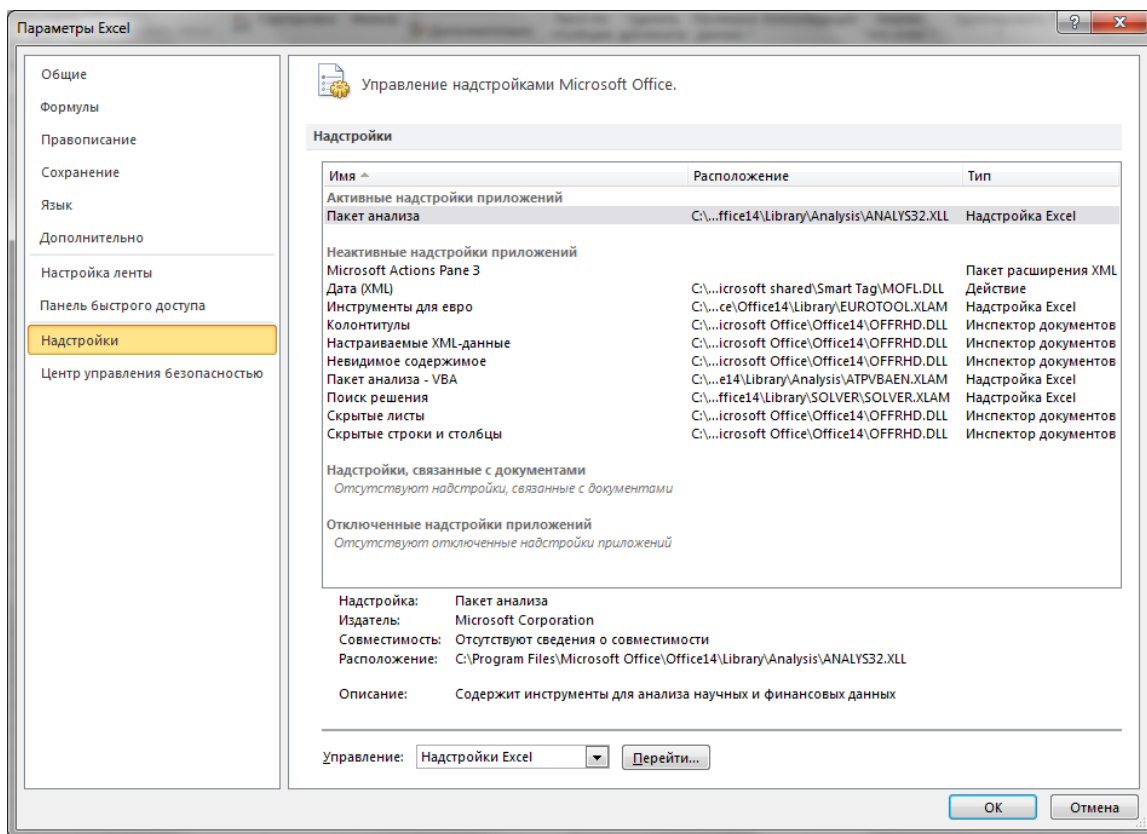
Если  $r_{набл} < r_{крит}$  – статистически недостоверным (незначимым). Принимается гипотеза  $H_0$ . Если  $r_{набл} \geq r_{крит}$ , коэффициент корреляции считается статистически достоверным (значимым). Принимается гипотеза  $H_1$ .

#### ***4. Пакет анализа данных в электронной таблице MSExcel***

В состав электронных таблиц Microsoft Excel входит так называемый пакет анализа – набор инструментов, предназначенный для решения сложных статистических задач. Данный пакет производит анализ статистических данных с помощью макрофункций и позволяет, выполнив одно действие, получить на выходе большое количество результатов. В пакете анализа, имеющемся в Excel, среди прочих инструментов анализа имеется разделы «Описательная статистика» и «Корреляция».

Инструмент «Описательная статистика» позволяет нам получить значительный перечень рассчитанных статистических характеристик для большого количества числовых рядов. С помощью инструмента «Корреляция» мы получаем корреляционную матрицу, содержащую все возможные парные коэффициенты корреляции. Для  $k$  рядов будет получено  $k(k-1)/2$  коэффициентов корреляции.

Пакет анализа вызывается на вкладке ленты инструментов **Данные** с помощью кнопки **Анализ данных**. Если эта кнопка отсутствует, значит, пакет анализа не установлен. Для его установки надо на панели быстрого доступа, расположенной в левой части строки заголовка, нажать кнопку **Настройка панели быстрого доступа** (обычно это крайняя правая кнопка панели), вызвать пункт меню **Другие команды...** При этом появится окно **Настройки Excel** (рисунок 6.2.1).

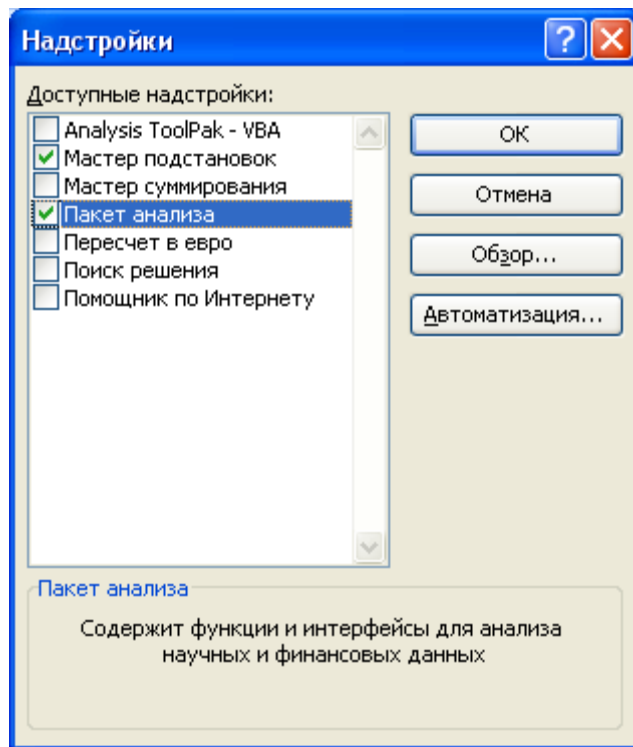


**Рисунок 6.2.1. Диалоговое окно «Настройки Excel»**

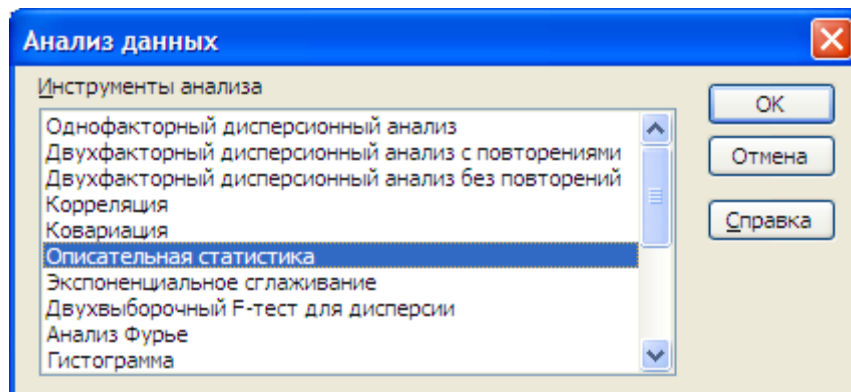
В левой части окна выберите пункт **Надстройки**, в появившемся списке выберите пункт **Пакет анализа** (в вашем случае этот пункт будет в неактивных надстройках приложений) и нажмите кнопку **Перейти...** в нижней части диалогового окна. При этом в появившемся окне **Надстройки** (рисунок 6.2.2) включите надстройку **Пакет анализа** и нажмите кнопку **ОК**.

После включения надстройки **Пакет анализа** на ленте инструментов на вкладке **Данные** будет доступна кнопка **Анализ данных** (обычно она находится в правой части ленты). При нажатии на эту кнопку появляется следующее диалоговое окно (рисунок 6.2.3).

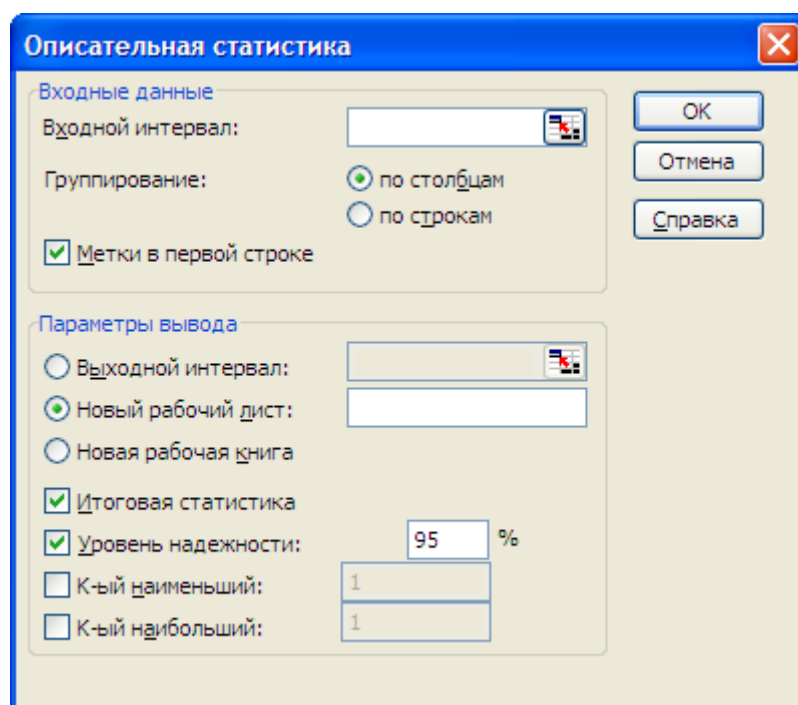
После выбора инструмента **Описательная статистика** и нажатия **ОК** появится еще одно диалоговое окно (рисунок 6.2.4), требующее ввода входных данных и места вывода результатов.



**Рисунок 6.2.2. Диалоговое окно включения/выключения надстроек**



**Рисунок 6.2.3. Диалоговое окно выбора инструмента для анализа данных**



**Рисунок 6.2.4. Диалоговое окно инструмента «Описательная статистика»**

Здесь достаточно в поле **Входной интервал** ввести диапазон ячеек, содержащих исходные данные. Можно указать диапазон с заголовками столбцов, в этом случае потребуется включить флажок **Метки в первой строке**. Для указания выходного интервала достаточно указать только левую верхнюю ячейку диапазона. Результаты вычисления автоматически займут требуемое количество строк и столбцов в таблице.

Рассмотрим работу инструмента анализа **Описательная статистика** на следующем примере. В процессе обследования группы школьников ( $n = 21$ ) измерялись следующие показатели: рост, масса тела, динамометрия правой и левой руки, жизненная емкость легких, проба Штанге и проба Генчи. Результаты были занесены в таблицу (рисунок 6.2.5).

Для получения статистических характеристик воспользуемся пакетом анализа, инструментом **Описательная статистика**. В поле **Входной интервал** занесем диапазон ячеек B1:H22. Так как выделенный входной интервал содержит заголовки столбцов, включаем флажок **Метки в первой строке**. Для удобства работы в качестве места выхода результата выбираем **Новый рабочий лист**. В качестве выводимых данных отметим флажками **Итоговая статистика** и **Уровень надежности: 95 %**. Последний флажок позволит вывести параметры доверительного интервала с доверительной вероятностью 0,95. Полученный результат после небольшого форматирования будет выглядеть так, как показано на рисунке 6.2.6.



	A	B	C	D	E	F	G	H
	№	Рост	Масса	Динам. Пр.	Динам. Лев.	ЖЕЛ	Штанге (вдох)	Генчи (выдох)
1	1	134	27	11	10	1400	31	29
2	2	132	32	12	10	1700	38	29
3	3	137	30	10	10	1700	24	22
4	4	131	44	17	17	1800	60	55
5	5	131	32	15	12	2000	25	20
6	6	119	42	6	3	1200	39	33
7	7	140	36	14	13	1400	55	50
8	8	142	39	15	13	2000	55	53
9	9	140	30	13	15	1400	57	42
10	10	129	29	13	12	1200	30	35
11	11	126	29	12	13	1400	28	23
12	12	137	39	10	14	1700	34	20
13	13	118	31	12	11	1500	63	44
14	14	123	52	11	13	1800	54	47
15	15	142	51	12	9	1800	47	28
16	16	122	27	10	11	1500	61	55
17	17	133	35	10	13	1800	46	40
18	18	136	46	10	9	1600	35	30
19	19	140	32	14	16	2000	60	42
20	20	138	31	10	10	1900	45	45
21	21	130	27	14	14	1600	52	59
22								

**Рисунок 6.2.5. Результаты обследования группы школьников**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Рост	Масса	Динам. Пр.	Динам. Лев.	ЖЕЛ	Штанге (вдох)	Генчи (выдох)							
2														
3	Среднее	132.381	Среднее	35.28571	Среднее	11.95238	Среднее	11.80952	Среднее	1638.095	Среднее	44.71429	Среднее	38.14286
4	Стандартная ошибка	1.613155	Стандартн	1.69051	Стандартн	0.532184	Стандартн	0.653267	Стандартн	54.1058	Стандартн	2.83023	Стандартн	2.707385
5	Медиана	133	Медиана	32	Медиана	12	Медиана	12	Медиана	1700	Медиана	46	Медиана	40
6	Мода	140	Мода	27	Мода	10	Мода	13	Мода	1400	Мода	60	Мода	29
7	Стандартное отклонение	7.392403	Стандартн	7.746889	Стандартн	2.438774	Стандартн	2.993644	Стандартн	247.9439	Стандартн	12.96975	Стандартн	12.4068
8	Дисперсия выборки	54.64762	Дисперсия	60.01429	Дисперсия	5.947619	Дисперсия	8.961905	Дисперсия	61476.19	Дисперсия	168.2143	Дисперсия	153.9286
9	Экссесс	-0.67406	Экссесс	-0.12887	Экссесс	0.732031	Экссесс	2.702024	Экссесс	-0.89554	Экссесс	-1.43819	Экссесс	-1.23916
10	Асимметричность	-0.56063	Асимметр	0.960987	Асимметр	-0.16766	Асимметр	-0.98344	Асимметр	-0.18011	Асимметр	-0.17255	Асимметр	0.058961
11	Интервал	24	Интервал	25	Интервал	11	Интервал	14	Интервал	800	Интервал	39	Интервал	39
12	Минимум	118	Минимум	27	Минимум	6	Минимум	3	Минимум	1200	Минимум	24	Минимум	20
13	Максимум	142	Максимум	52	Максимум	17	Максимум	17	Максимум	2000	Максимум	63	Максимум	59
14	Сумма	2780	Сумма	741	Сумма	251	Сумма	248	Сумма	34400	Сумма	939	Сумма	801
15	Счет	21	Счет	21	Счет	21	Счет	21	Счет	21	Счет	21	Счет	21
16	Уровень надежности(95.0%)	3.364981	Уровень н	3.526341	Уровень н	1.110117	Уровень н	1.36269	Уровень н	112.8627	Уровень н	5.903757	Уровень н	5.647506

**Рисунок 6.2.6. Результат работы инструмента «Описательная статистика»**

После выбора инструмента **Корреляция** и нажатия **ОК** в диалоговом окне **Анализ данных** (рисунки 6.2.3, 6.2.7) появится еще одно диалоговое окно (рисунки 6.2.8), требующее ввода входных данных и места вывода результатов. Здесь достаточно в поле **Входной интервал** ввести диапазон ячеек, содержащих исходные данные. Можно указать диапазон с заголовками столбцов, в этом случае потребуется включить флажок **Метки в первой строке**. Для указания выходного интервала достаточно указать только левую верхнюю ячейку диапазона. Результаты вычисления автоматически займут требуемое количество строк и столбцов в таблице.

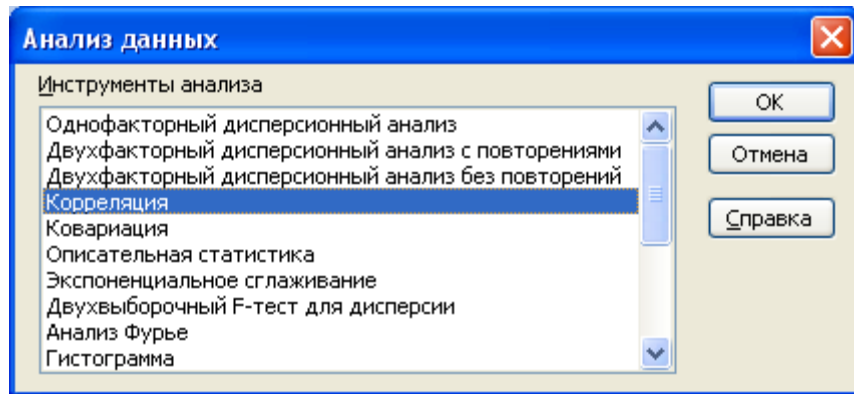


Рисунок 6.2.7. Диалоговое окно выбора инструмента для анализа данных

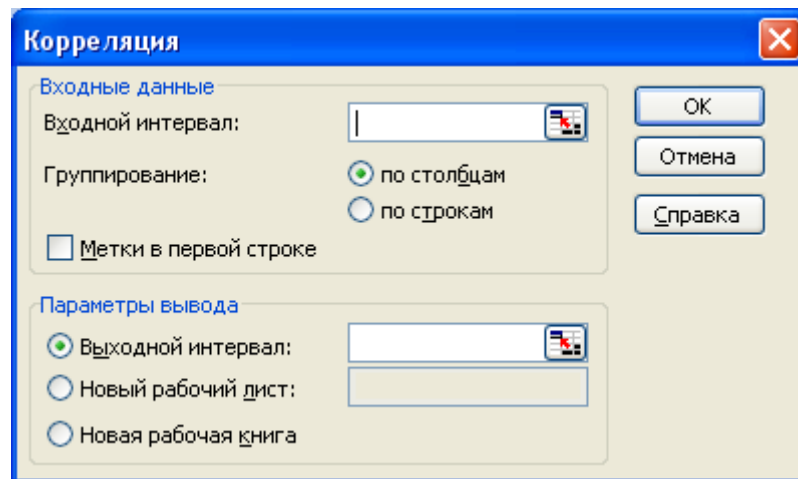


Рисунок 6.2.8. Диалоговое окно инструмента «Корреляция»

Рассмотрим работу инструмента анализа **Корреляция** на примере, представленном на рисунке 6.2.5.

Для получения корреляционной матрицы воспользуемся пакетом анализа, инструментом **Корреляция**. В поле **Входной интервал** занесем диапазон ячеек В1:Н22. Так как выделенный входной интервал содержит заголовки столбцов, включаем флажок **Метки в первой строке**. Для удобства работы в качестве места выхода результата выбираем **Новый рабочий лист**. Полученный результат после небольшого форматирования будет выглядеть так, как показано на рисунке 6.2.9.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		<i>Рост</i>	<i>Масса</i>	<i>Динам. пр.</i>	<i>Динам. лев.</i>	<i>ЖЕЛ</i>	<i>Штанге (вдох)</i>	<i>Генчи (выдох)</i>
2	Рост	1						
3	Масса	0,08444	1					
4	Динам. пр.	0,32832	-0,07864	1				
5	Динам. лев.	0,3062	-0,13983	0,75204	1			
6	ЖЕЛ	0,43361	0,26477	0,36698	0,36055	1		
7	Штанге (вдох)	-0,0447	0,15164	0,31096	0,39001	0,1637	1	
8	Генчи (выдох)	-0,09766	-0,01293	0,35222	0,36694	0,06803	0,8442	1

**Рисунок 6.2.9. Корреляционная матрица**

Таким образом, путем выполнения несложных операций мы получаем большое количество результатов вычислений. Стоит отметить, что хотя информационные технологии открывают перед исследователем возможности получения огромного количества информации для анализа, отбор наиболее информативных результатов, окончательная интерпретация и формулировка выводов – работа самого исследователя.

### **5. Статистические гипотезы, выдвижение и проверка гипотез в научных исследованиях**

В физическом воспитании и спорте часто при анализе какого-либо явления приходится по некоторым изменениям показателя делать обобщающий вывод. Например, после тренировочного занятия 18 легкоатлетов у трёх наблюдается неполное восстановление. Можно ли на этом основании судить о трудности тренировочного процесса или это случайность?

Так как указанные выводы делаются на основании относительно небольшого числа результатов измерения показателя ( $n \leq 30$ ), необходима проверка достоверности (беспорности) таких выводов.

Для этого применяются статистические гипотезы.

**Статистической гипотезой** называется предположение о свойстве генеральной совокупности, которое можно проверить, опираясь на данные выборки. Статистическую гипотезу обозначают символом  $H$ .

Обычно выдвигают и проверяют две противоречащие друг другу гипотезы:

- 1) нулевую (основную)  $H_0$ ;
- 2) конкурирующую (альтернативную)  $H_1$ .

*Примеры статистических гипотез:*

1. Нулевая гипотеза  $H_0$ : закон распределения результатов измерения является нормальным. Конкурирующая гипотеза  $H_1$ : закон распределения результатов измерения отличен от нормального.

2. Нулевая гипотеза  $H_0$ : среднее арифметическое значение генеральной совокупности результатов измерения показателя после цикла тренировок не изменилось. Конкурирующая гипотеза  $H_1$ : среднее арифметическое значение

увеличилось (эффективна или нет методика тренировок).

3. Нулевая гипотеза  $H_0$ : генеральная дисперсия спортивных результатов спортсмена в результате проведения тренировок не изменилась. Конкурирующая гипотеза  $H_1$ : генеральная дисперсия уменьшилась (изменилась или нет стабильность результатов спортсмена).

Для проверки выдвинутых нулевых гипотез используют специальные статистические критерии, разработанные математиками (Колмогоровым, Смирновым, Стьюдентом, Фишером, Пирсоном и др.).

**Статистическим критерием** называют определённое правило, задающее условия, при которых проверяемую нулевую гипотезу следует либо отклонить, либо принять.

Критерии подразделяются на три типа:

1. Критерии значимости, которые служат для проверки гипотез о параметрах распределений генеральной совокупности (чаще всего нормального распределения). Эти критерии называются *параметрическими* (критерии Стьюдента, Фишера и др.).

2. Критерии, которые для проверки гипотез не используют предположений о распределении генеральной совокупности. Эти критерии не требуют знания параметров распределений, поэтому называются *непараметрическими* (критерии Уилкоксона, Ван дер Вардена, Манна-Уитни).

3. Критерии, служащие для проверки гипотез о согласии распределении генеральной совокупности, из которой получена выборка, с ранее принятой теоретической моделью (чаще всего нормальным распределением), называются *критериями согласия* (критерий Шапиро и Уилка, хи-квадрат критерий).

С помощью критериев (обозначим их буквой  $K$ ) выбирают одну из гипотез: нулевую или конкурирующую. Значение критерия, вычисленное по данным выборки, называют *наблюдаемым* значением критерия ( $K_{набл}$ ). Совокупность значений критерия, при которых отвергают нулевую гипотезу, называют *критической областью*. Совокупность значений критерия, при которых нулевую гипотезу принимают, называют *областью принятия гипотезы* (областью допустимых значений). Указанные области разграничены *критическим (граничным) значением критерия*, который находится по соответствующей таблице.

*Основной принцип проверки статистических гипотез* заключается в том, что если наблюдаемое значение критерия принадлежит критической области, то нулевую гипотезу отвергают и принимают конкурирующую. Если же оно принадлежит области принятия гипотезы – нулевую гипотезу принимают и отвергают конкурирующую.

В ходе проверки статистических гипотез мы имеем дело с односторонней или двусторонней критической областью.

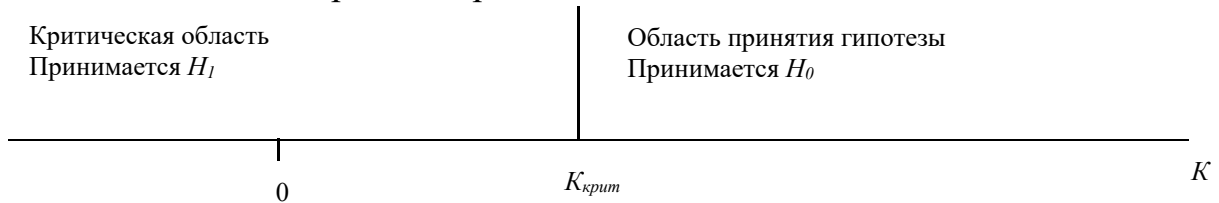
1. Односторонняя критическая область используется, если, согласно конкурирующей гипотезе, одна рассматриваемая величина может быть только больше (или только меньше) другой величины. В зависимости от

выбранного критерия односторонняя критическая область может быть правосторонней или левосторонней.

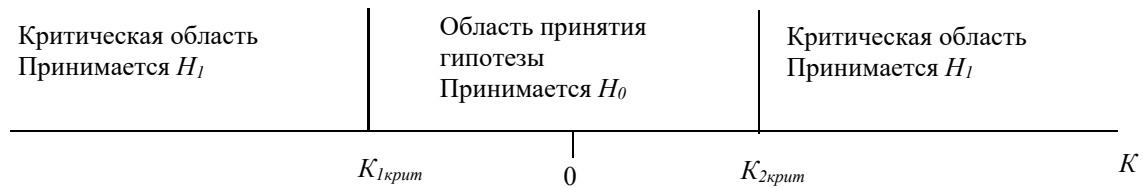
Схема правосторонней критической области:



Схема левосторонней критической области:



2. Двусторонняя критическая область используется, если, согласно конкурирующей гипотезе, одна рассматриваемая величина может быть как больше, так и меньше (не равна) другой.



При проверке статистической гипотезы решение экспериментатора никогда не принимается с уверенностью, т.е. всегда существует некоторый риск принять неправильное решение. Исключить на 100 % этот риск невозможно. Экспериментатор может выбрать *вероятность* или *уровень значимости*. Самыми распространенными уровнями являются 0,001; 0,01; 0,05; 0,1.

Величину  $p = 1 - \alpha$  называют *доверительной вероятностью* (при уровне значимости 0,05 доверительная вероятность равна 0,95).

Ошибки, допускаемые при проверке гипотез, удобно разделить на два вида: 1) отклонение гипотезы  $H_0$ , когда она верна, – *ошибка первого рода*; 2) принятие гипотезы  $H_0$ , когда в действительности она не верна, – *ошибка второго рода*.

Вероятность ошибки первого рода и есть уровень значимости  $\alpha$ . Величина  $\alpha$  называется *уровнем значимости критерия*, по которому проверяется справедливость гипотезы  $H_0$ . Иными словами, уровень значимости  $\alpha$  – это вероятность попадания критерия  $K$  в критическую область, если верна нулевая гипотеза. Он служит для определения по таблицам критических значений критерия ( $K_{крит}$ ), которые указывают положение критических точек, отделяющих критическую область от области

принятия гипотезы. Обычно величина  $\alpha$  выбирается малой. Поэтому попадание критерия  $K$  в критическую область при справедливости нулевой гипотезы мало вероятно.

Чаще всего  $\alpha$  принимают равной 0,05. Это означает, что вероятность ошибочно принять гипотезу  $H_1$  при справедливости гипотезы  $H_0$  равна только 5 %.

1. Исходя из задач исследования, формулируются статистические гипотезы.

2. Выбирается уровень значимости, на котором будут проверяться гипотезы.

3. На основе выборки, полученной из результатов измерения, определяется статистическая характеристика гипотезы.

4. Выбирается критерий для проверки статистической гипотезы.

5. Вычисляется наблюдаемое (фактическое) значение статистического критерия.

6. Определяется критическое значение статистического критерия по соответствующей таблице на основании выбранного уровня значимости и объема выборки.

7. На основе сравнения наблюдаемого и критического значения критерия в зависимости от результатов проверки нулевая гипотеза либо принимается, либо отклоняется в пользу альтернативной.

Параметрические критерии требуют выполнения определённых условий их применения. Например, критерий Стьюдента, используемый для оценки достоверности различий между средними арифметическими значениями совокупностей на основе малых выборок, может применяться только в случае нормального распределения сравниваемых совокупностей, поскольку был разработан специально для такого распределения. Кроме того, он может применяться тогда, когда дисперсии совокупностей отличаются незначительно. При невыполнении хотя бы одного из перечисленных условий для сравнения центральных тенденций совокупностей могут использоваться только непараметрические критерии.

Непараметрические критерии не предъявляют никаких требований к совокупностям, для сравнения которых они используются. Они являются менее точными, по сравнению с параметрическими, только в том случае, если совокупности распределены по нормальному закону. Во всех остальных случаях непараметрические критерии позволяют получить более точную оценку.

Наиболее простыми в вычислении являются критерии Манна-Уитни и Уилкоксона. По сути это один и тот же критерий, только первая его разновидность применяется для оценки достоверности различий между средними величинами независимых выборок, т.е. полученных на разных группах испытуемых, а вторая – для попарно зависимых выборок, т.е. полученных на одной и той же группе испытуемых.

## **Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Что называется статистикой? Какие самостоятельные дисциплины включает в себя статистика?
2. Что является предметом математической статистики? Перечислите основные этапы статистического исследования.
3. Перечислите основные методы анализа экспериментальных данных.
4. Что такое генеральная и выборочная совокупность? В чем преимущество выборочного метода? Какие способы отбора вы знаете?
5. На какие группы делятся основные статистические характеристики выборочных данных? Какие характеристики относятся к каждой из групп?
6. Что такое корреляционный анализ? Каковы его основные задачи? Как они решаются?
7. Для чего оценивается статистическая достоверность коэффициента корреляции? Опишите порядок этой оценки.
8. Для чего используется пакет анализа данных в электронной таблице MSExcel? Опишите порядок работы с пакетом анализа при использовании инструментов «Описательная статистика» и «Корреляция».
9. Что такое статистическая гипотеза? Приведите примеры выдвижения статистических гипотез.
10. Что такое статистический критерий? Какие типы критериев Вы знаете?
11. В каких случаях используются односторонние (правосторонние и левосторонние) и двухсторонние критические области?
12. Опишите порядок проверки статистических гипотез.
13. Какие достоинства и недостатки имеют параметрические и непараметрические критерии?

## **Рекомендуемая для изучения литература**

1. Шестаков, М. П. Статистика. Обработка спортивных данных на компьютере : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений физ. культуры / М. П. Шестаков. – М. : ТВТ Дивизион, 2009. – 248 с.
2. Шупляк, В. И. Математическая статистика : курс лекций / В. И. Шупляк. – Минск : РИВШ, 2011. – 228 с.
3. Губа, В. П. Методы математической обработки результатов спортивно-педагогических исследований: учеб.-пед. пособие / В. П. Губа, В. В. Пресняков. – М. : Человек, 2015. – 288 с.

# Тема 7.1. ЗАДАЧИ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ В СПОРТИВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

## План лекции

1. Задачи оптимизации в спортивных исследованиях и методы их решения.

2. Пример решения задачи оптимизации: расстановка игроков в баскетбольной команде.

### *1. Задачи оптимизации в спортивных исследованиях и методы их решения*

Оптимальные решения (стратегии) – это решения наиболее предпочтительные по тем или иным соображениям, т. е. те, которые оптимизируют так называемые критерии качества операции (сообщают им наибольшее или наименьшее значения).

Не так уж часто в результате изучения математической модели удается прийти к однозначному решению — найти единственное оптимальное решение. В подавляющем большинстве случаев удается лишь сузить область поиска оптимальных решений (которых может быть несколько), выделить решения, близкие к оптимальным, практически равноценные. Однако и это оказывается успехом, ибо существенно облегчает задачу лица, ответственного за принятие решений, выбрать какое-либо из них.

Несколько практических задач. Перечислим типичные задачи, которые могут быть рассмотрены методами теории исследования операций.

- Распределение игровых амплуа в спортивной команде (баскетбольной, хоккейной и др.), обеспечивающее наибольший эффект в игре.

- Системы организации чемпионатов, турниров и кубковых встреч (шахматных, теннисных, хоккейных и др.), обеспечивающие достижение определенных целей. Например, для: выявления первого и второго призеров кубковой встречи (с соблюдением определенных условий). Или, например, для того чтобы в матче двух шахматных команд обеспечить следующие естественные условия:

- о все участники играют одинаковое число партий фигурами каждого цвета;

- о в каждом туре участники обеих команд играют одинаковое число партий белыми и черными;

- Составление для спортсменов диеты, удовлетворяющей требованиям медиков и, в то же время, наиболее экономной и сохраняющей вес спортсмена в определенных рамках, а также подборка содержимого рюкзака с продуктами, обеспечивающая при наименьшем его весе необходимый рацион.

Эти примеры могут быть дополнены нескончаемым списком



практических задач из самых различных областей человеческой деятельности. Назовем некоторые из них.

Построение математической модели задачи исследования операций может потребовать использования того или иного математического аппарата: алгебраических или дифференциальных уравнений, методов математического программирования, методов теории вероятностей, статистики, случайных процессов и многих других.

## ***2. Пример решения задачи оптимизации: расстановка игроков в баскетбольной команде***

Рассмотрим решение задачи о назначениях на примере расстановки игроков баскетбольной команды.

Опытный тренер, хорошо знающий своих игроков, обычно успешно справляется с проблемой распределения между ними игровых обязанностей. Задача, связанная с использованием запасных игроков в разных сочетаниях, оказывается более сложной, если команда имеет «длинную скамейку» (в команде много игроков примерно одного класса). В этой ситуации даже опытному тренеру может помочь рассмотрение соответствующей математической модели.

Для начала ограничимся рассмотрением достаточно простой и не столь уже редкой ситуации. Незадолго до ответственной встречи в команде были заменены не только ряд игроков, но также и тренер. Его место занял новый, недостаточно опытный наставник, к тому же мало знакомый с отдельными игроками и с их возможностями. Перед новым тренером стоит задача: распределить между игроками команды обязанности таким способом, чтобы общая результативность действий всей команды оказалась наибольшей.

Для применения методов исследования операций придадим задаче, сформулированной на вербальном уровне, более точную форму и займемся построением ее математической модели. Если ничего не знать об игроках, то нечего и решать, — можно действовать наугад. Поэтому полезны даже ограниченные сведения. Следует воспользоваться каким-либо приемом, позволяющим в приемлемые сроки познакомиться с возможностями всех игроков. Обычно поступают следующим образом. Членам команды предлагают серию тестов, позволяющих оценить их способности играть центровым, защитником, разводящим, на левом и правом краях. Действия игроков, назовем их А, В, С, D, E, оцениваются в некоторых условных баллах.

Умудренные опытом тренеры могут сказать: к чему все это, ведь каждый игрок имеет свое амплуа, и нечего ставить, скажем, центрового на левый край или разводящего на роль защитника. В определенной мере это так, но при наличии значительного числа запасных игроков проблема формирования команды, выставяемой на встречу, приобретает особую сложность. Решается она таким же методом, как поставленная выше упрощенная задача.

В рамках этого же метода тренер может решать и такой вопрос: выпускать ли ему двух центральных или двух защитников (вместо одного).

Сведем результаты тестирования в таблицу 1.

Таблица 1

Игрок	Защитник	Центровой	Разводящий	Левый крайний	Правый крайний
A	6	8	4	4	2
B	8	9	6	2	6
C	8	6	2	2	2
D	6	2	7	6	6
E	2	6	2	4	2

Чем выше балл, тем предпочтительнее назначение игрока на соответствующее амплуа. Так, например, игрок B, вероятно, будет хорошим центральным и защитником, но слабым левым крайним, а игрок D, в общем-то, равно играет всюду, а центральным достаточно плохо.

Запомним смысл записанных чисел и будем работать с матрицей баллов Г:

$$\begin{pmatrix} 6 & 8 & 4 & 4 & 2 \\ 8 & 9 & 6 & 2 & 6 \\ 8 & 6 & 2 & 2 & 2 \\ 6 & 2 & 7 & 6 & 6 \\ 2 & 6 & 2 & 4 & 2 \end{pmatrix}$$

Примем естественное предположение (критерий эффективности), согласно которому эффективность игры всей команды определяется суммой баллов, оценивающих игру каждого. Выбранный критерий обладает огромным достоинством — он линейно зависит от баллов каждого игрока. Из-за незначительного числа вариантов (малая размерность задачи) данную задачу можно решить «прямым перебором» возможных вариантов (их число равно  $5! = 120$ ). Положение резко изменится к худшему, если в распоряжении тренера имеются запасные игроки, которые к тому же (как и основные) с различными партнерами играют с различной результативностью. Будем считать, что результаты тестирования дают некоторые средние баллы, с учетом игры с разными партнерами. Даже при наличии по одному запасному игроку на каждое место в команде, т. е. при общем числе игроков, равном 10, соответствующая задача о назначениях требует перебора, вообще говоря,  $10! = 3628800$  вариантов. Осуществление прямого перебора в этом случае невыполнимо; можно лишь воспользоваться ЭВМ. Для задачи о назначениях (она называется также задачей выбора) существует удобная для решения математическая модель. Модель формализуется в терминах линейного программирования — самого законченного и нашедшего наиболее широкое применение, раздела математического программирования

или теории исследования операций.

Построим математическую модель задачи о назначениях. Припишем игрокам А, В, С, D, E, соответственно номера  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ . Аналогично обозначим номерами  $j = 1, 2, 3, 4, 5$  обязанности защитника, центрального, разводящего, левого и правого крайних соответственно. Затем введем в рассмотрение 25 неизвестных  $X_{ij}$  ( $i = 1, \dots, 5, j = 1, \dots, 5$ ), значения которых мы станем интерпретировать как указания о назначении игрока под номером  $i$  на выполнение обязанностей типа  $j$ . При этом каждая из переменных  $X_{ij}$  может принимать лишь одно из двух возможных значений:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если игрок } i \text{ назначен на роль } j, \\ 0, & \text{в ином случае.} \end{cases} \quad (1)$$

Совокупность пока неизвестных величин  $X_{ij}$  составляет матрицу назначений

$$\begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & X_{14} & X_{15} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & X_{24} & X_{25} \\ X_{31} & X_{32} & X_{33} & X_{34} & X_{35} \\ X_{41} & X_{42} & X_{43} & X_{44} & X_{45} \\ X_{51} & X_{52} & X_{53} & X_{54} & X_{55} \end{pmatrix}$$

В каждой строке и каждом столбце матрицы  $X$  лишь единственный из элементов равен 1, остальные равны нулю. Это обязательное условие (ограничение) может быть записано в соответствующей форме: сумма всех элементов по каждой строке (столбцу) равна 1:

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} &= 1, \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} + X_{25} &= 1, \\ X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} + X_{35} &= 1, \\ X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} + X_{45} &= 1, \\ X_{51} + X_{52} + X_{53} + X_{54} + X_{55} &= 1, \end{aligned} \quad (2)$$

К этому следует присоединить требование неотрицательности неизвестных

$$X_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, \dots, 5; j = 1, \dots, 5). \quad (3)$$

Игрок под номером  $i$ , назначенный на амплуа  $j$ , внесет свою долю в общую эффективность  $\Phi(X)$  в размере  $a_{ij} * X_{ij}$ . Здесь  $a_{ij}$  — элемент соответствующей матрицы баллов  $\Gamma$ , расположенный на пересечении ее  $i$ -й строки и  $j$ -го столбца. Общая эффективность игры команды составит сумму из 25 слагаемых

$$\Phi(X) = 6x_{11} + 8x_{12} + \dots + 2x_{55}. \quad (4)$$

Поиск матрицы назначений  $X$ , доставляющей эффективности  $\Phi(X)$  наибольшее значение, сводится к следующей математической задаче: среди всех неотрицательных решений

$$X_{ij} \geq 0 \quad (i=1, \dots, 5; j=1, \dots, 5)$$

системы ограничений (1) и (2) выбрать такое, которое придает функции (4) наибольшее значение (оптимизирует  $\Phi(X)$ ).

Сформулированная задача и есть математическая модель задачи о распределении обязанностей в баскетбольной команде (при отсутствии запасных игроков).

Допустим, что игроков в команде  $n > 5$ . Тогда введем дополнительно к известным пяти еще  $k = n - 5$  фиктивных амплуа (мест в команде), считая, что на каждом из них тестовый балл  $a_{ij}$  ( $i = 1, \dots, n; j = 6, 7, \dots, n$ ) каждого из игроков равен нулю. После такого шага приходим к известной уже задаче о выборе при равном числе претендентов и мест в команде. Возникает математическая модель, отличающаяся от (1) — (4) только числом переменных  $X_{ij}$  и числом ограничений.

Аналогичным путем могут быть сформулированы и просчитаны различные варианты задач, в которых, например, некоторые места сохраняются за основным составом, остальные — распределяются между запасными.

Решение общей задачи о назначениях может быть осуществлено универсальным симплекс-методом [2]. Однако при большой размерности процесс решения весьма громоздок. Применение ЭВМ значительно облегчает решение [3]. Листинг решения рассмотренной задачи в Mathcad имеет следующий вид:

Ввод конечных значений индексов:

$$\text{ORIGIN} := 1 \quad m := 5 \quad n := 5 \quad i := 1..m \quad j := 1..n$$

Матрица  $\Gamma$  и векторы ограничений:

$$\Gamma := \begin{pmatrix} 6 & 8 & 4 & 4 & 2 \\ 8 & 9 & 6 & 2 & 6 \\ 8 & 6 & 2 & 2 & 2 \\ 6 & 2 & 7 & 6 & 6 \\ 2 & 6 & 2 & 4 & 2 \end{pmatrix} \quad A := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad e1 := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad e2 := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Целевая функция:

$$\Phi(x) := \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\Gamma_{i,j} \cdot x_{i,j})$$

Начальные значения:

$$x := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Блок решения:

$$x \geq 0 \quad x \cdot e_1 = A \quad x^T \cdot e_2 = B \quad \text{sol} := \text{Maximize}(\Phi, x)$$

Вывод результатов:

$$\text{sol} = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \Phi(\text{sol}) = 33$$

Согласно полученному решению, оптимальная расстановка игроков, следующая: А – центровой, В- правый крайний, С – защитник, D – разводящий, Е – левый крайний.

Аналогично, по вышеуказанной методике, решается задача при наличии в команде запасных игроков.

Рассмотренное решение можно реализовать в среде Excel, Maple, Matlab и др. Однако, на наш взгляд, применение Mathcad предпочтительнее, благодаря понятному и достаточно простому пользовательскому интерфейсу. Применение Mathcad позволяет решить множество других задач по исследованию операций, встречающихся в различных спортивных дисциплинах.

### Контрольные вопросы для самопроверки

1. Какие задачи оптимизации можно решать в спортивных исследованиях и исследованиях в сфере туризма и гостеприимства? Какими методами они решаются?

2. Внимательно прочитайте пример расстановки игроков в баскетбольной команде. Подумайте, какую подобную задачу можно составить и решать в вашем виде спорта или в сфере туризма и гостеприимства?

### Рекомендуемая для изучения литература

1. Губа, В. П. Методы математической обработки результатов спортивно-педагогических исследований: учеб.-пед. пособие / В. П. Губа, В. В. Пресняков. – М. : Человек, 2015. – 288 с.

2. Орлов, А. И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. / А. И. Орлов. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – Ч. 2 : Экспертные оценки. – 486 с.

3. Черноруцкий, И. Г. Методы принятия решений / И. Г. Черноруцкий. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.