



ПРИНЦИПИ РОБОТИ СУЧАСНИХ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ

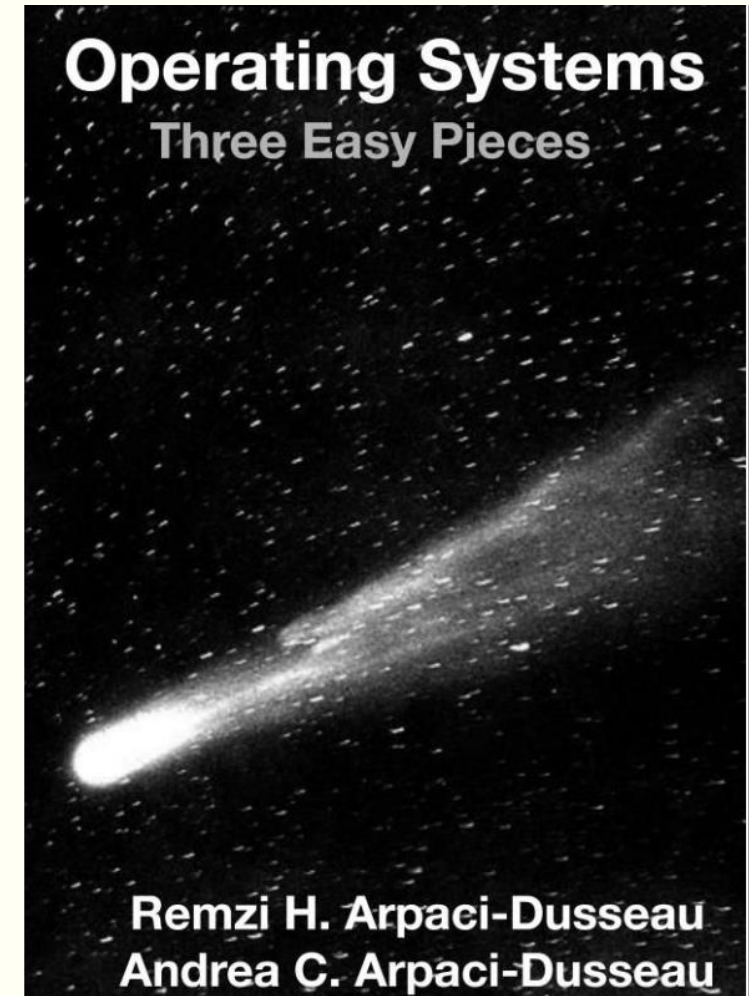
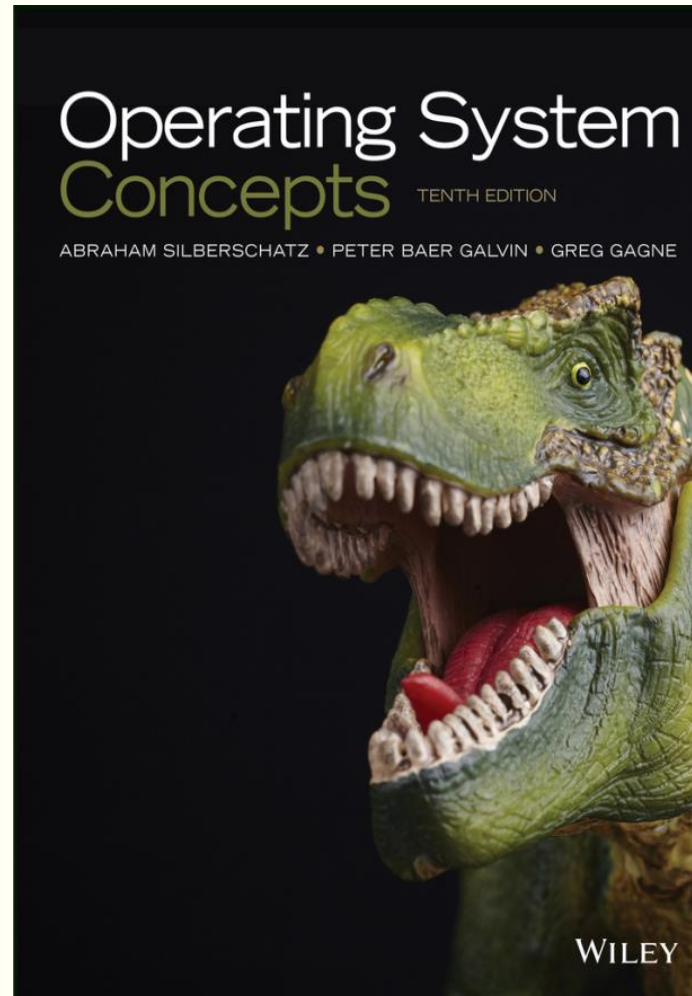
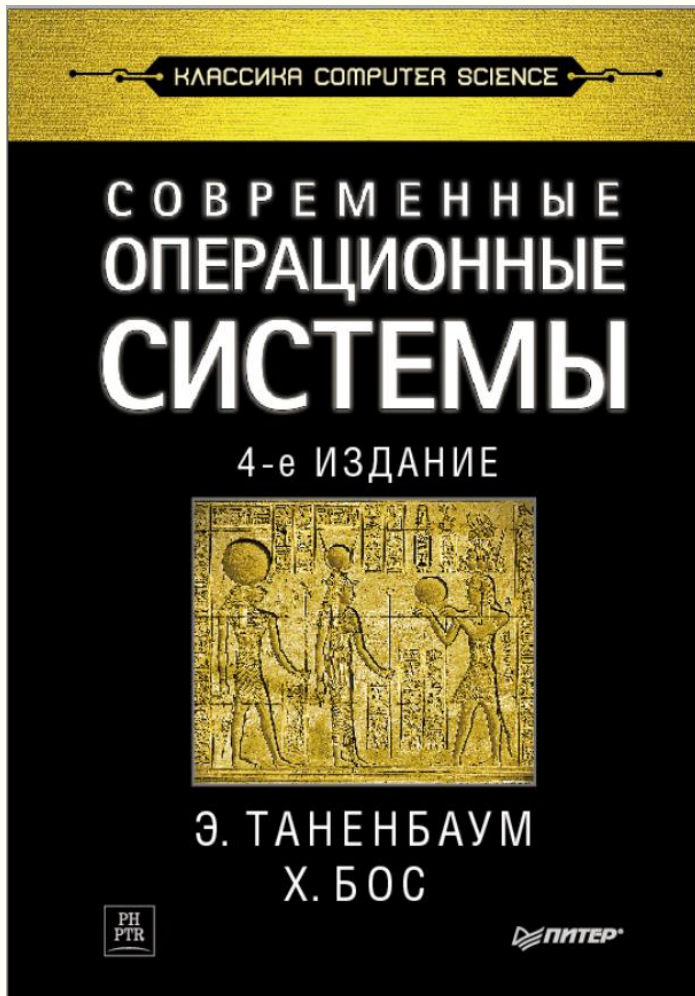
2019-2020 н. р.

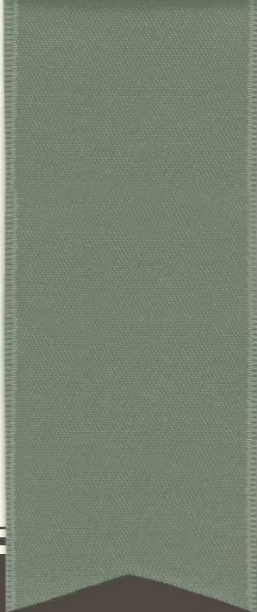
Викладач: Марченко Станіслав Віталійович

Питання лекції

- Операційні системи: можливості, призначення, еволюція
- Організація комп'ютерних систем та обчислювальні середовища
- Задачі та інструменти ОС
- Операційні системи та системні виклики й служби
- Проектування та реалізація операційних систем

Рекомендована література



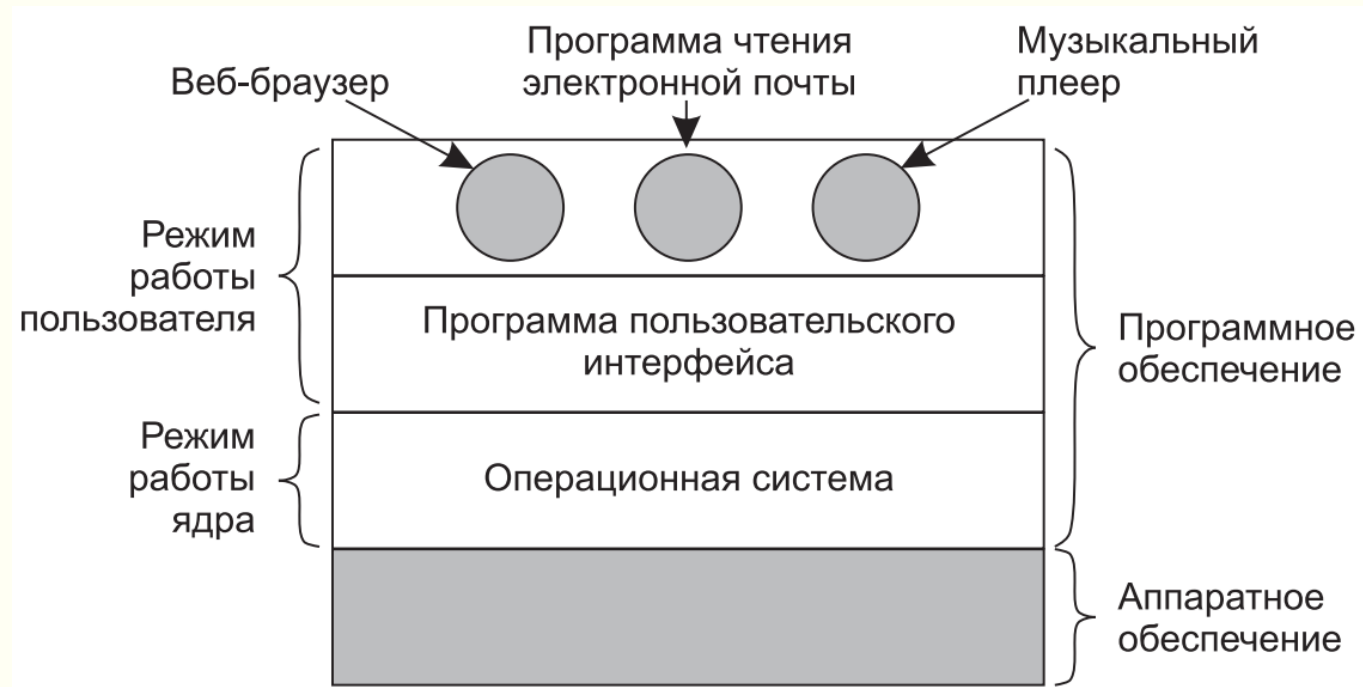


ОПЕРАЦІЙНІ СИСТЕМИ: МОЖЛИВОСТІ, ПРИЗНАЧЕННЯ, ЕВОЛЮЦІЯ

Питання 1.1

Принцип роботи ОС

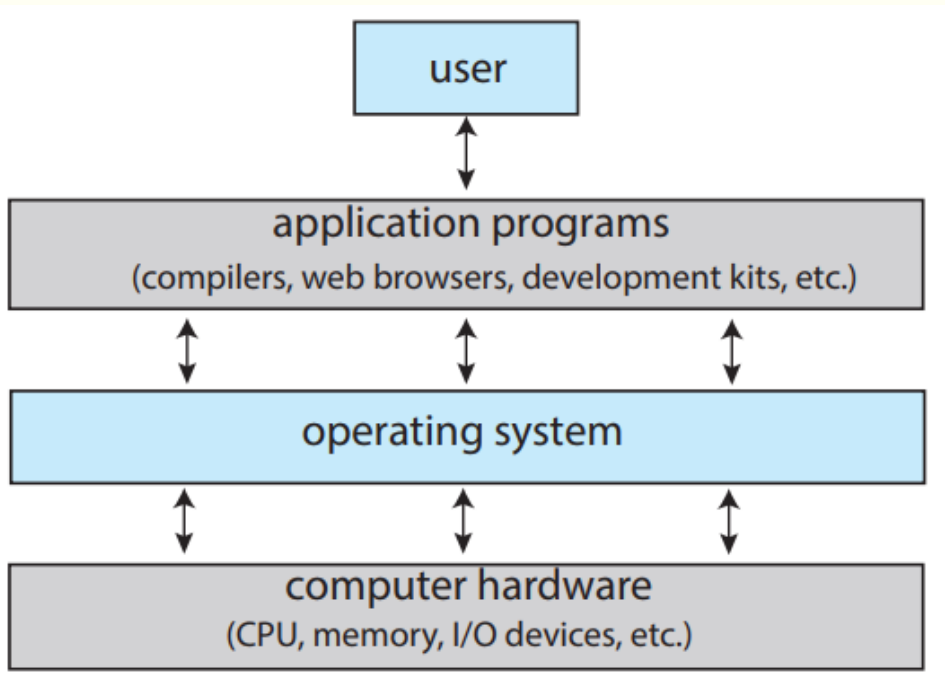
- ОС – спеціальний рівень ПЗ, чиїми задачами є управління користувацькими програмами та апаратними ресурсами.
 - Програми, з якими взаємодіють користувачі, зазвичай називають оболонкою (текстовий інтерфейс) та графічним інтерфейсом користувача (GUI із значками).
 - Фактично, вони не є частиною ОС, хоча постійно задіюють її в своїй роботі.



Принцип роботи ОС

- У багатьох системах присутні програми, які працюють в режимі користувача, проте допомагають роботі ОС або виконують особливі функції.
 - Наприклад, менеджери паролів – не є частиною ОС та не працюють в режимі ядра, проте повинні особливим чином бути захищеними.
 - У деяких ОС ця ідея доведена до крайньої форми: області, які традиційно відносились до ОС (наприклад, файлова система), працюють у просторі користувача.
 - Тоді чітку межу між режимами провести важко.
- Усі програми, які працюють в режимі ядра, є частиною ОС, проте деякі програми поза цим режимом теж є її частиною або, принаймні, мають з нею тісний зв'язок.

Що таке операційна система?



■ ОС як розширена машина:

- Архітектура більшості комп'ютерів на рівні машинної мови надто примітивна та незручна для використання в програмах, особливо для систем вводу-виводу.
- ОС містять багато **драйверів** для керування пристроями вводу-виводу, проте навіть такий рівень надто низький для більшості додатків.
- ОС пропонує ще один рівень абстракції – **файли**. Програми можуть створювати, записувати та читати файли, не розбираючи подробиці реальної роботи обладнання.

■ ОС як менеджер ресурсів:

- Альтернативний погляд, знизу вгору: ОС існує для управління усіма частинами складної системи.
- Задача ОС – забезпечити впорядкований та керований розподіл процесорів, пам'яті та пристроїв вводу-виводу між різними програмами, що претендують на їх використання.
- Сучасні ОС допускають одночасну роботу кількох програм.
- Коли з комп'ютером (або з мережею) працює кілька користувачів, потреби в керуванні та захисті пам'яті, пристроїв вводу-виводу та інших ресурсів значно зростають. Інакше користувачі будуть заважати один одному працювати.
- Також користувачам часто потрібен спільний доступ не лише до апаратного забезпечення, але й до інформації (файли, БД тощо).

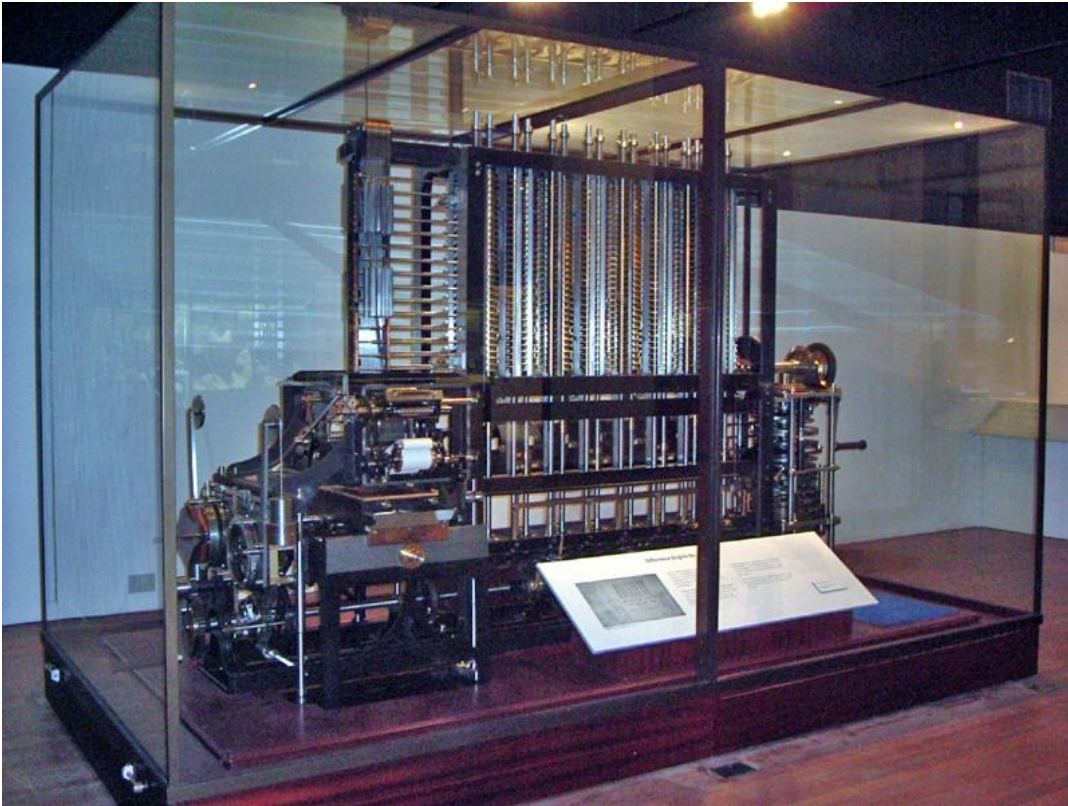
Принципи управління ресурсами

- Управління ресурсами включає мультиплексування (розподіл) ресурсів двома способами: в часі та просторі.
 - Коли ресурс розділяється в часі, різні програми або користувачі використовують його по черзі.
 - Наприклад, маючи в своєму розпорядженні лише один ЦП і декілька програм, які прагнуть на ньому виконуватися, ОС спочатку виділяє ЦП одній програмі, потім, після того як вона вже досить попрацювала, - іншій, наступній і т.д. Задача ОС – визначити, яка програма буде наступною та скільки часу їй виконуватись.
 - Інший приклад – спільне використання принтеру. Коли в черзі на друк знаходиться кілька завдань, потрібно прийняти рішення, яке буде виконуватись наступним.
- Розподіл у просторі передбачає виділення частини спільного ресурсу кожному клієнту.
 - Наприклад, оперативна пам'ять зазвичай ділиться між кількома працюючими програмами так, щоб усі вони одночасно та постійно в ній розташовувались (наприклад, используя центральний процесор по череди).
 - При цьому виникають проблеми рівного доступу, забезпечення безпеки і т. д. – їх повинна вирішувати ОС.
 - Іншим спільним ресурсом є жорсткий диск з файлами, які належать різним користувачам.
 - Розподіл дискового простору і відстеження того, хто які дискові блоки використовує, - типова задача ОС з управління ресурсами.

Означення операційних систем

- ОС існують, тому що пропонують доречний спосіб вирішити проблему юзабельності комп'ютерної системи.
 - Поширені функції контролю та алокації ресурсів поєднуються в одному ПЗ – операційній системі.
 - Проте можливості ОС можуть значно відрізнятись у різних системах.
 - Одні системи займають менше 1Мб простору та не містять навіть повноекранного редактора, а інші вимагають гігабайти простору та повністю базуються на графічному інтерфейсі.
 - Більш поширена означення: ОС – це єдина програма, яка завжди запускається на комп'ютері, - зазвичай названа *ядром (kernel)*.
 - Поряд з ядром присутні 2 типи програм: *системні програми* (пов'язані з ОС, але не обов'язково частина ядра) та *додатки (application programs)* – усі програми, не пов'язані з роботою ОС.
- Нині на прикладі мобільних ОС бачимо, що базові можливості ОС знову розширюються.
 - Крім ядра ОС може включати middleware—набір програмних фреймворків, які постачають додаткові сервіси для розробників додатків.
 - Наприклад, в Apple iOS та Google Android рівень middleware підтримує бази даних, графіку, мультимедіа та ін.
- *Загалом, ОС включає завжди працююче ядро, middleware-фреймворки, які спрощують розробку додатків, та постачає можливості й системні програми, що управляють комп'ютерною системою під час її роботи.*

Історія операційних систем



- Перший справжній цифровий комп'ютер було винайдено англійським математиком Чарльзом Беббіджем (Charles Babbage, 1792–1871).
 - Витративши на неї значну частину життя, Бэббидж так і не зміг запустити свою аналітичну машину.
- Після Другої світової війни пройшло кілька поколінь еволюції операційних систем:
 - 1. Електронні лампи (1945-1955).
 - 2. Транзистори та системи пакетної обробки (1955-1965).
 - 3. Інтегральні схеми та багатозадачність (1965-1980).
 - 4. Персональні комп'ютери (1980 – наші дні).
 - 5. Мобільні комп'ютери (1990-наші дні).

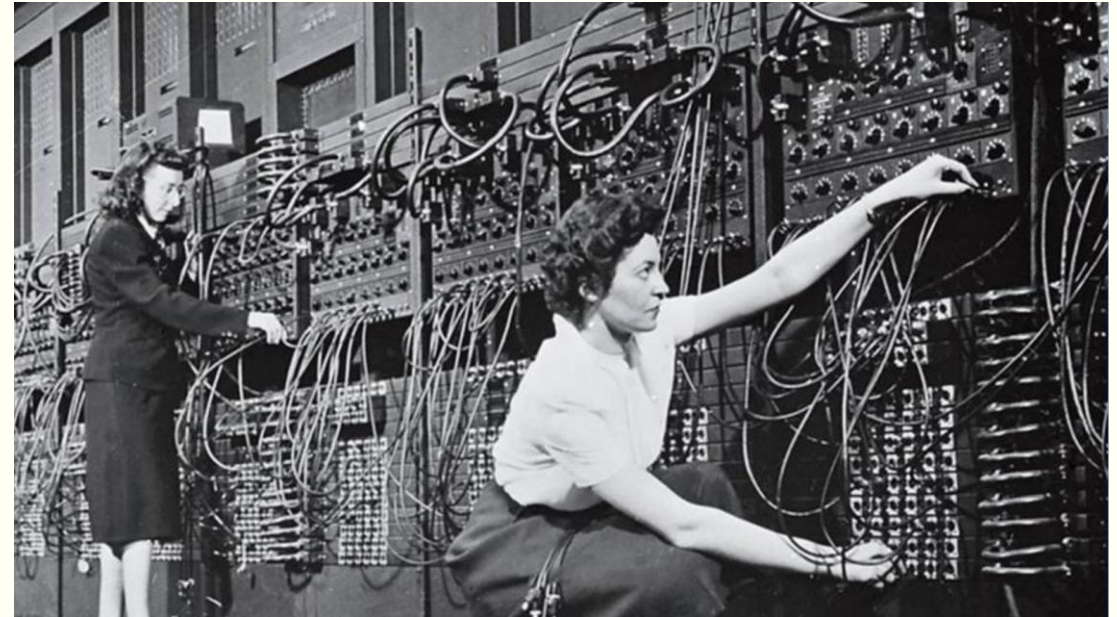
1. Електронні лампи (1945-1955)

Марк I (*Automatic Sequence Controlled Calculator*)



- Створено Howard Aiken у Гарварді (1944)
 - Перший діючий комп'ютер створено в університеті Айови професором John Atanasoff та його аспірантом Clifford Berry – 300 електронних ламп.
 - Приблизно в цей же час в Берліні (Konrad Zuse, 1941) побудовано Z3 – комп'ютер на базі електромеханічних реле.

Еніак (*Electronic Numerical Integrator and Computer*)



- Розроблено в університеті штату Пеннсильванія Вільям Мочлі (William Mauchley) та його аспірант Джон Преспер Еккерт (J. Presper Eckert).
 - У 1944р. групою вчених (разом з Аланом Тьюрінгом) в Блетшлі Парк (Великобританія) було побудовано та запрограмовано «Колоссус».

1. Електронні лампи (1945-1955)

- Кожну машину проектувала, створювала, програмувала, експлуатувала та обслуговувала одна група людей (як правило, інженерів).
 - Програмування велось винятково машинною мовою або, й того гірше, за рахунок збірки електричних схем,
 - Для управління основними функціями машини доводилось підключати до комутаційних панелей тисячі проводів.
 - Режим роботи програміста: записатись на певний машинний час на спеціальному стенді, а потім спуститись в машинний зал, вставити свою комутаційну панель в комп'ютер і провести наступні кілька годин в надії, що під час роботи не перегорить жодна з близько 20 тисяч електронних ламп.
 - Когда в начале 1950-х годов появились перфокарты, положение несколько улучшилось.
 - Появилась возможность вместо использования коммутационных панелей записывать программы на картах и считывать с них, но в остальном процедура работы не претерпела изменений.

2. Транзистори та системи пакетної обробки (1955-1965)

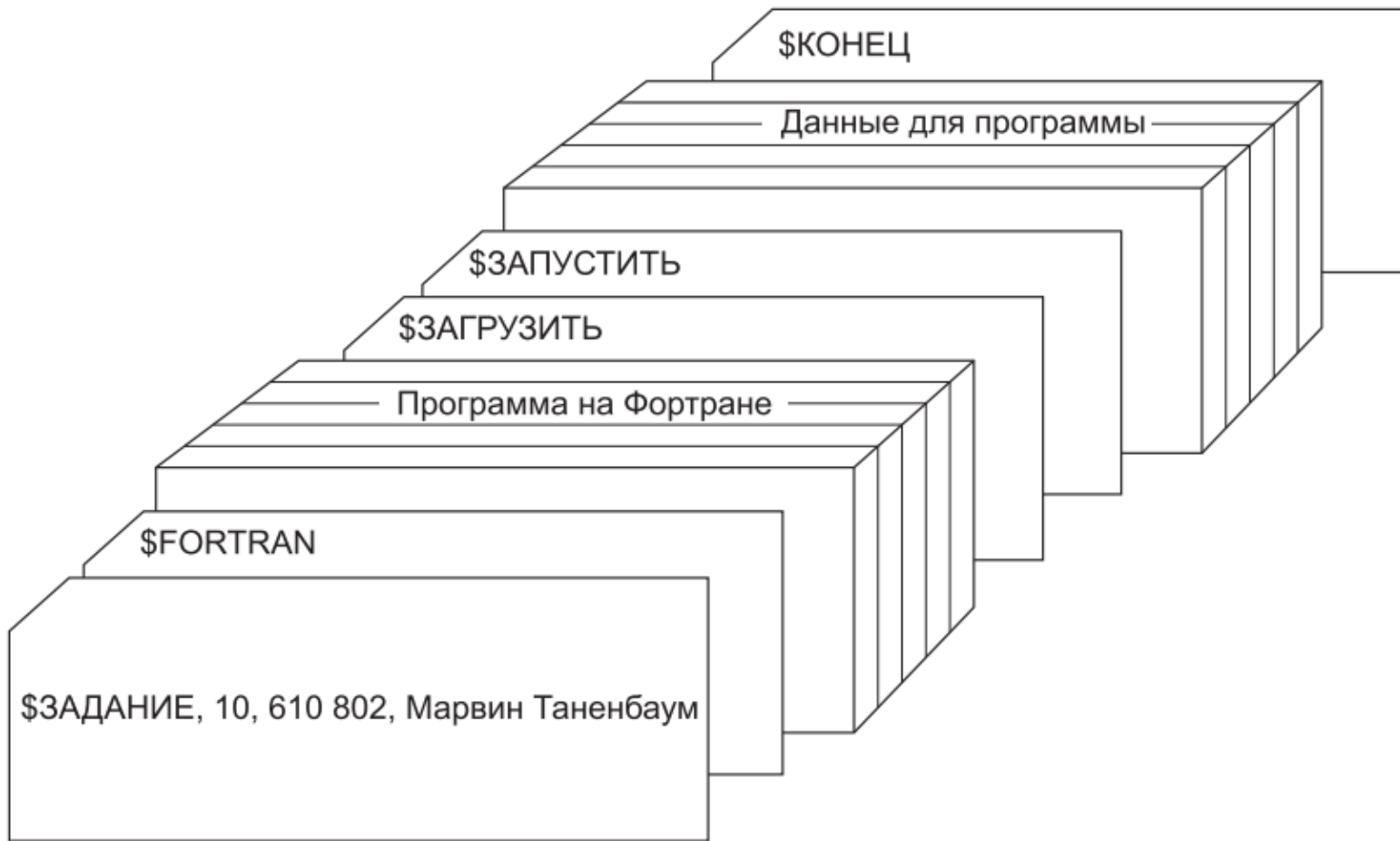
- изобретение и применение транзисторов радикально изменило всю картину.
 - Впервые сложилось четкое разделение между проектировщиками, сборщиками, операторами, программистами и обслуживающим персоналом.
 - Машины, называемые теперь мэйнфреймами, располагались в специальных больших залах с кондиционированием воздуха, где ими управлял целый штат профессиональных операторов.
 - Чтобы выполнить задание (то есть программу или комплект программ), программист сначала должен был записать его на бумаге (на Фортране или ассемблере), а затем перенести на перфокарты.
 - После этого он должен был принести колоду перфокарт в комнату ввода данных, передать одному из операторов и идти пить кофе в ожидании, когда будет готов результат.
 - Если в процессе расчетов был необходим компилятор языка Фортран, то оператору приходилось брать его из картотечного шкафа и загружать в машину отдельно.
- люди довольно скоро занялись поиском способа повышения эффективности использования машинного времени.
 - Общепринятым решением стала система пакетной обработки

Налагодження (debugging) коду



Рис. 1.3. Ранняя система пакетной обработки: *а* — программист приносит карты для IBM 1401; *б* — IBM 1401 записывает пакет заданий на магнитную ленту; *в* — оператор переносит входные данные на ленте к IBM 7094; *г* — IBM 7094 выполняет вычисления; *д* — оператор переносит ленту с выходными данными на IBM 1401; *е* — IBM 1401 печатает выходные данные

Структура типичного задания для операционной системы FMS



- Оно начиналось с карты \$JOB, на которой указывались максимальное время выполнения задания в минутах, загружаемый учетный номер и имя программиста.
 - Затем поступала карта \$FORTRAN, дающая операционной системе указание загрузить компилятор языка Фортран с системной магнитной ленты.
 - За этой картой следовала программа, которую нужно было компилировать, а после нее — карта \$LOAD, указывающая операционной системе загрузить только что скомпилированную объектную программу.
 - (Скомпилированные программы часто записывались на рабочих лентах, данные с которых могли стираться сразу после использования, и их загрузка должна была выполняться в явном виде.)
 - Следом шла карта \$RUN, дающая операционной системе команду на выполнение программы с использованием данных, следующих за ней.
 - Наконец, карта завершения \$END отмечала конец задания. Эти примитивные управляющие перфокарты были предшественниками современных оболочек и интерпретаторов командной строки.

3. Інтегральні схеми та багатозадачність (1965-1980)

- Развитие и поддержка двух совершенно разных семейств была для производителей весьма обременительным делом.
 - многим новым покупателям компьютеров сначала нужна была небольшая машина, однако позже ее возможностей становилось недостаточно и требовался более мощный компьютер
 - Фирма IBM попыталась решить эти проблемы разом, выпустив серию машин IBM System/360.
 - Это была серия программно-совместимых машин, в которой компьютеры варьировались от машин, сопоставимых по размерам с IBM 1401, до значительно более крупных и мощных машин, чем IBM 7094.
 - Так как все машины имели одинаковую структуру и набор команд, программы, написанные для одного компьютера, могли работать на всех других, по крайней мере, в теории.
- Семейство компьютеров IBM/360 стало первой основной серией, использующей малые интегральные схемы, дававшие преимущество в цене и качестве по сравнению с машинами второго поколения, собранными на отдельных транзисторах.
 - По замыслу его создателей, все программное обеспечение, включая операционную систему OS/360, должно было одинаково хорошо работать на всех моделях компьютеров.
 - В результате появилась громоздкая и чрезвычайно сложная операционная система, примерно на два или три порядка превышающая по объему FMS.
 - Она состояла из миллионов строк, написанных на ассемблере тысячами программистов, содержала тысячи и тысячи ошибок, что повлекло за собой непрерывный поток новых версий, в которых предпринимались попытки исправления этих ошибок.

3. Інтегральні схеми та багатозадачність (1965-1980)

- Несмотря на свой огромный объем и имеющиеся недостатки, OS/360 и подобные ей операционные системы третьего поколения, созданные другими производителями компьютеров, неплохо отвечали запросам большинства клиентов.
 - Самым важным достижением явилась многозадачность.
 - На компьютере IBM 7094, когда текущая работа приостанавливалась в ожидании операций ввода-вывода с магнитной ленты или других устройств, центральный процессор просто бездействовал до окончания операции ввода-вывода.
 - При сложных научных вычислениях устройства ввода-вывода задействовались менее интенсивно, поэтому время, впустую потраченное на ожидание, было не столь существенным.
 - Но при коммерческой обработке данных время ожидания устройства ввода-вывода могло занимать 80 или 90 % всего рабочего времени, поэтому для устранения длительных простоев весьма дорогостоящего процессора нужно было что-то предпринимать.
 - Решение этой проблемы заключалось в разбиении памяти на несколько частей, в каждой из которых выполнялось отдельное задание.



3. Інтегральні схеми та багатозадачність (1965-1980)

- Другим важным плюсом операционных систем третьего поколения стала способность считывать задание с перфокарт на диск по мере того, как их приносили в машинный зал.
 - При окончании выполнения каждого текущего задания операционная система могла загружать новое задание с диска в освободившийся раздел памяти и запускать это задание.
 - Этот технический прием называется подкачкой данных, или спулингом (spooling — английское слово, которое произошло от Simultaneous Peripheral Operation On Line, то есть совместная периферийная операция в интерактивном режиме), и его также используют для выдачи полученных данных.
 - С появлением подкачки отпала надобность как в 1401-х машинах, так и в многочисленных переносах магнитных лент.
- В системах третьего поколения промежуток времени между передачей задания и возвращением результатов часто составлял несколько часов, так что единственная поставленная не в том месте запятая могла стать причиной сбоя при компиляции, и получалось, что программист полдня тратил впустую.
 - Желание сократить время ожидания ответа привело к разработке режима разделения времени — варианту многозадачности, при котором у каждого пользователя есть свой диалоговый терминал.
 - Первая универсальная система с режимом разделения времени CTSS (Compatible Time Sharing System) была разработана в Массачусетском технологическом институте (M.I.T.) на специально переделанном компьютере IBM 7094 (Corbato et al., 1962).
 - Однако режим разделения времени не стал действительно популярным до тех пор, пока на машинах третьего поколения не получили широкого распространения необходимые технические средства защиты.

3. Інтегральні схеми та багатозадачність (1965-1980)

- После создания успешной системы CTSS исследовательские лаборатории Bell Labs и корпорация General Electric решили начать разработку универсальной общей компьютерной системы — машины, которая должна была поддерживать одновременную работу сотен пользователей в режиме разделения времени.
 - Проектировщики этой системы, известной как MULTICS (MULTiplexed Information and Computing Service — мультиплексная информационная и вычислительная служба), представляли себе одну огромную вычислительную машину, воспользоваться услугами которой мог любой проживающий в окрестностях Бостона человек.
 - Она разрабатывалась с целью обеспечения сотен пользователей машиной, немногим более мощной, чем персональный компьютер с процессором Intel 386, но имеющей более широкие возможности ввода-вывода данных.
 - MULTICS внесла множество оригинальных идей в компьютерную литературу, но превратить ее в серьезный продукт и добиться весомого коммерческого успеха оказалось намного труднее, чем ожидалось.
 - К концу XX века идея создания такого общего компьютера уже выдохлась, но она может возродиться в виде облачных вычислений, когда относительно небольшие компьютеры (включая смартфоны, планшеты и им подобные устройства) подключены к серверам, принадлежащим огромным удаленным центрам обработки данных, где и производятся все вычисления, а локальный компьютер используется просто для обслуживания пользовательского интерфейса.

3. Інтегральні схеми та багатозадачність (1965-1980)

- Еще одной важной разработкой времен третьего поколения были мини-компьютеры, невероятный взлет популярности которых начался с выпуска корпорацией DEC машины PDP-1.
 - Компьютеры PDP-1 обладали оперативной памятью, состоящей всего лишь из 4 К 18-битовых слов, но стоили всего 120 тыс. долларов за одну машину (это меньше 5 % от цены IBM 7094) и поэтому расхватывались как горячие пирожки.
 - Некоторые виды нечисловой работы они выполняли так же быстро, как и машины IBM 7094, в результате чего родилась новая отрасль производства.
 - За этой машиной вскоре последовала целая серия компьютеров PDP других моделей (в отличие от семейства IBM, полностью несовместимых), и как кульминация появилась модель PDP-11.
 - Кен Томпсон (Ken Thompson), один из ведущих специалистов Bell Labs, работавший над проектом MULTICS, чуть позже нашел мини-компьютер PDP-7, которым никто не пользовался, и решил написать упрощенную однопользовательскую версию системы MULTICS.
 - Эта работа позже переросла в операционную систему UNIX®, ставшую популярной в академических кругах, правительственных учреждениях и во многих компаниях.
 - Чтобы появилась возможность писать программы, работающие в любой UNIX-системе, Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE) разработал стандарт системы UNIX, названный POSIX, который в настоящее время поддерживается большинством версий UNIX.
 - Стандарт POSIX определяет минимальный интерфейс системных вызовов, который должны поддерживать совместимые с ним системы UNIX

4. Персональні комп'ютери (1980 – наші дні)

- Следующий период эволюции операционных систем связан с появлением БИС — больших интегральных схем (LSI, Large Scale Integration) — кремниевых микросхем, содержащих тысячи транзисторов на одном квадратном сантиметре.
 - С точки зрения архитектуры персональные компьютеры (первоначально называемые микрокомпьютерами) были во многом похожи на мини-компьютеры класса PDP-11, но, конечно же, отличались по цене.
- В начале 1980-х корпорация IBM разработала IBM PC (Personal Computer — персональный компьютер)¹ и начала искать для него программное обеспечение.
 - Сотрудники IBM связались с Биллом Гейтсом, чтобы получить лицензию на право использования его интерпретатора языка Бейсик.
 - После повторного обращения Гейтс выяснил, что у местного изготовителя компьютеров, Seattle Computer Products, есть подходящая операционная система DOS (Disk Operating System — дисковая операционная система).
 - Когда корпорация IBM захотела внести в операционную систему ряд усовершенствований, Билл Гейтс пригласил для этой работы Тима Патерсона (Tim Paterson), человека, написавшего DOS и ставшего первым служащим Microsoft — еще не оперившейся компании Гейтса.
 - Видоизмененная система была переименована в MS-DOS (MicroSoft Disk Operating System) и быстро заняла доминирующее положение на рынке IBM PC.
 - Когда в 1983 году появился компьютер IBM PC/AT (являющийся дальнейшим развитием семейства IBM PC) с центральным процессором Intel 80286, система MS-DOS уже прочно стояла на ногах, а CP/M доживала последние дни.
 - Позже система MS-DOS широко использовалась на компьютерах с процессорами 80386 и 80486.

4. Персональні комп'ютери (1980 – наші дні)

- Со временем благодаря исследованиям, проведенным в 1960-е годы Дагом Энгельбартом (Doug Engelbart) в научно-исследовательском институте Стэнфорда (Stanford Research Institute), ситуация изменилась.
 - Энгельбарт изобрел графический интерфейс пользователя (GUI, Graphical User Interface) вкпе с окнами, значками, системами меню и мышью.
 - Эту идею переняли исследователи из Xerox PARC и воспользовались ею в создаваемых ими машинах.
 - Однажды Стив Джобс (Steve Jobs) посетил PARC, где увидел GUI и сразу понял уровень заложенного в него потенциала, недооцененного руководством компании Xerox.
 - Этот проект привел к созданию компьютера Lisa, который оказался слишком дорогим и не имел коммерческого успеха.
 - Вторая попытка Джобса, компьютер Apple Macintosh, имел огромный успех не только потому, что был значительно дешевле, чем Lisa, но и потому, что обладал более дружелюбным пользовательским интерфейсом, предназначенным для пользователей, не разбиравшихся в компьютерах и к тому же совершенно не стремившихся чему-то обучаться.
 - В 1999 году компания Apple позаимствовала ядро, происходящее из микроядра Mach, первоначально разработанного специалистами университета Карнеги — Меллона для замены ядра BSD UNIX.
 - Поэтому Mac OS X является операционной системой, построенной на основе UNIX, хотя и с весьма своеобразным интерфейсом.

4. Персональні комп'ютери (1980 – наші дні)

- Другой операционной системой Microsoft была Windows NT (New Technology), которая на определенном уровне совместима с Windows 95.
 - Однако она была написана заново и представляла собой полноценную 32-разрядную систему.
 - Ведущим разработчиком Windows NT был Дэвид Катлер (David Cutler), который также был одним из разработчиков операционной системы VAX VMS, поэтому некоторые идеи из VMS присутствуют и в NT (причем столько, что владелец VMS, компания DEC, предъявила иск корпорации Microsoft. Конфликт был улажен во внесудебном порядке за приличную сумму).
 - Только операционной системе Windows NT 4.0 наконец-то удалось завоевать высокую популярность, особенно в корпоративных сетях.
 - Пятая версия Windows NT была в начале 1999 года переименована в Windows 2000.
- Операционная система FreeBSD также является популярной производной от UNIX, порожденной проектом BSD в Беркли. Все современные компьютеры Macintosh работают на модифицированной версии FreeBSD (OS X).
 - UNIX также является стандартом на рабочих станциях, оснащенных высокопроизводительными RISC-процессорами.
 - Ее производные нашли широкое применение на мобильных устройствах, которые работают под управлением iOS 7+ или Android.

4. Персональні комп'ютери (1980 – наші дні)

- В середине 1980-х годов начало развиваться интересное явление — рост сетей персональных компьютеров, работающих под управлением сетевых операционных систем и распределенных операционных систем.
 - В сетевых операционных системах пользователи знают о существовании множества компьютеров и могут войти в систему удаленной машины и скопировать файлы с одной машины на другую. На каждой машине работает своя локальная операционная система и имеется собственный локальный пользователь (или пользователи).
 - Сетевые операционные системы не имеют существенных отличий от однопроцессорных операционных систем. Ясно, что им нужен контроллер сетевого интерфейса и определенное низкоуровневое программное обеспечение, чтобы управлять этим контроллером, а также программы для осуществления входа в систему удаленной машины и для удаленного доступа к файлам, но эти дополнения не изменяют основную структуру операционной системы.
 - В отличие от этого распределенная операционная система представляется своим пользователям как традиционная однопроцессорная система, хотя на самом деле в ее составе работает множество процессоров. Пользователям совершенно не обязательно знать, где именно выполняются их программы или где размещены их файлы, — все это должно автоматически и эффективно управляться самой операционной системой.
- Настоящим распределенным операционным системам требуется намного больше изменений, не ограничивающихся простым добавлением незначительного объема кода к однопроцессорной операционной системе, поскольку распределенные и централизованные системы существенно отличаются друг от друга.
 - Например, распределенные системы часто позволяют приложениям работать одновременно на нескольких процессорах, для чего требуются более сложные алгоритмы распределения работы процессоров, чтобы оптимизировать степень параллельной обработки данных.
 - Наличие задержек при передаче данных по сети часто подразумевает, что эти (и другие) алгоритмы должны работать в условиях неполной, устаревшей или даже неверной информации.
 - Такая ситуация в корне отличается от работы однопроцессорной системы, где последняя обладает полной информацией о своем состоянии.

5. Мобільні комп'ютери (1990-наші дні)



- Первый настоящий мобильный телефон появился в 1946р., и тогда он весил около 40 кг.
 - Его можно было брать с собой только при наличии автомобиля, в котором его можно было перевозить.
 - Первый по-настоящему переносной телефон появился в 1970-х годах и при весе приблизительно 1 кг был воспринят весьма позитивно. Его ласково называли «кирпич».
- Хотя идея объединения в одном устройстве и телефона и компьютера вынашивалась еще с 1970-х годов, первый настоящий смартфон появился только в середине 1990-х годов, когда Nokia выпустила свой N9000, представлявший собой комбинацию из двух отдельных устройств: телефона и КПК.
 - В 1997 году в компании Ericsson для ее изделия GS88 «Penelope» был придуман термин «смартфон».

