

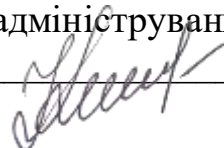
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення спеціальності 122 Комп'ютерні науки від «31» січня 2022 р.

протокол № 2
Голова групи  (Кузніченко С.Д.)

УЗГОДЖЕНО

Декан факультету комп'ютерних наук, управління та адміністрування
 (Кузніченко С.Д.)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

Операційні системи

(назва навчальної дисципліни)

122 – «Комп'ютерні науки»

(шифр та назва спеціальності)

«Комп'ютерні науки»

(назва освітньої програми)

бакалавр

(рівень вищої освіти)

денна, заочна

(форма навчання)

1

2 (д/ф)

4 кр./120 год.

залік

(рік навчання)

(семестр навчання)

(кількість кредитів ЄКТС/годин)

(форма контролю)

Інформаційних технологій

(кафедра)

Одеса, 2022 р.

Автори: Терещенко Т.М., доцент кафедри ІТ, к.т.н., доцент
(прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

_____ (прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Поточна редакція розглянута на засіданні кафедри інформаційних технологій від «28» січня 2022 року, протокол № 6.

Викладачі: Лекційний модуль: Терещенко Т.М., доцент кафедри ІТ, к.т.н., доцент

_____ (вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Практичний модуль (лабораторні роботи): Терещенко Т.М., доцент кафедри ІТ, к.т.н., доцент

_____ (вид навчального заняття: прізвище, ініціали, посада, науковий ступінь, вчена звання)

Перелік попередніх редакцій

Прізвища та ініціали авторів	Дата, № протоколу	Дата набуття чинності

ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета	Підготовка фахівців з комп'ютерних наук в галузі сучасних методів, технологій та засобів обробки даних заснованих на використанні системного програмного забезпечення
Компетентність	ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. СК12. Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення.
Результат навчання	ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук. ПР13. Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем, знати мережні технології, архітектури комп'ютерних мереж, мати практичні навички технології адміністрування комп'ютерних мереж та їх програмного забезпечення.
Базові знання	<ol style="list-style-type: none"> 1. Про реалізацію сторінкової організації пам'яті. 2. Про способи і алгоритми реалізації сегментації. 3. Про віртуальну пам'ять процесорів Pentium та UltraSPARC. 4. Про віртуальні команди вводу-виводу та способи їхньої реалізації. 5. Про віртуальні команди для паралельної обробки. 6. Про віртуальну пам'ять UNIX і Windows. 7. Про віртуальний ввід-вивід у системах UNIX і Windows. 8. Про керування процесами в системах UNIX і Windows.
Базові вміння	<ol style="list-style-type: none"> 1. Керувати розподілом оперативної пам'яті в операційних системах UNIX і Windows. 2. Синхронізувати потоки та здійснювати обмін інформацією між ними. 3. Працювати з файловими системами та здійснювати захист операційних систем.
Базові навички	1. Використовувати сучасні методи, технології та засоби роботи з операційними системами UNIX і Windows
Пов'язані силлабуси	немає
Попередня дисципліна	немає
Наступна дисципліна	Алгоритми та структури даних

Кількість годин (денна форма навчання)	лекції: 30 практичні заняття: - лабораторні заняття: 30 семінарські заняття: - самостійна робота студентів: 60
Кількість годин (заочна форма навчання)	лекції: 2 практичні заняття: лабораторні заняття: 4 семінарські заняття: - самостійна робота студентів: 106

1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Лекційні модулі

Код	Назва змістового модуля	Кількість годин			
		денна		заочна	
		аудиторні	СРС	аудиторні	СРС
ЗМ-Л1	Віртуальна пам'ять та віртуальні команди вводу-виводу				
	Реалізація сторінкової організації пам'яті	4	3		5
	Способи і алгоритми реалізації сегментації	4	3		5
	Віртуальна пам'ять процесорів Pentium та UltraSPARC	4	3		5
	Віртуальні команди вводу-виводу та їх реалізація	4	3		4
ЗМ-Л2	Віртуальні команди для паралельної обробки та приклади операційних систем				
	Віртуальні команди для паралельної обробки	4	3		6
	Віртуальна пам'ять UNIX і Windows	4	3		5
	Віртуальний ввід-вивід у системах UNIX і Windows	4	3		5
	Керування процесами в системах UNIX і Windows	2	3		5
Підготовка до ЗКР			6		6
Настановні лекції				2	
Разом		30	30	2	50

Консультації:

Терещенко Тетяна Михайлівна, вівторок 12.45-15.00, ауд. 329 ЛІТ № 1.

2.2. Практичний модуль

Код	Назва змістового модуля	Назви тем	Кількість годин			
			денна		заочна	
			аудиторні	СРС	аудиторні	СРС
ЗМ-П1	Лабораторні	1. Основи роботи в командному рядку операційної системи сімейства Windows	4	4		8
		2. Основи роботи в терміналі операційної системи сімейства Linux	4	4		8
		3. Створення та запуск bash-скриптів	6	6		12
		4. Управління процесами та потоками в операційних системах Linux і Windows	8	8		16
		5. Управління пам'яттю в операційних системах Linux і Windows	8	8	4	12
Разом:			30	30	4	56

Перелік лабораторій:

1. Лабораторія 329 ЛІТ № 1.

Перелік лабораторного обладнання:

1. Комп'ютери.

2. Системне програмне забезпечення Ubuntu.

Консультації:

Терещенко Тетяна Михайлівна, вівторок 12.45-15.00, ауд. 329 ЛІТ № 1.

2.1. Самостійна робота студента та контрольні заходи

Таблиця 2.3а

Самостійна робота студента та контрольні заходи (денна форма)

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	• Підготовка до лекційних занять	7	1-8 тижні
	• Підготовка до модульної контрольної роботи № 1	5	1-8 тижні
	• Модульна контрольна робота № 1 (обов'язкова)		8 тиждень
ЗМ-Л2	• Підготовка до лекційних занять	7	9-15 тижні
	• Підготовка до модульної контрольної роботи № 2	5	6-10 тижні
	• Модульна контрольна робота № 2 (обов'язкова)		15 тиждень
ЗМ-П1	• підготовка до усного опитування напередодні відповідної лабораторної роботи (обов'язкове)	5x2=10	1-15 тижні
	• підготовка до захисту звіту з лабораторних робіт (обов'язковий)	5x4=20	1-15 тижні
	Підготовка до залікової контрольної роботи	6	15 тиждень
	Разом:	60	

Таблиця 2.3б

Самостійна робота студента та контрольні заходи (заочна форма)

Код модуля	Завдання на СРС та контрольні заходи	Кількість годин	Строк проведення
ЗМ-Л1	• Вивчення тем лекційних модулів	14	вересень-грудень
	• Підготовка до модульної контрольної роботи № 1	5	вересень-грудень

	<ul style="list-style-type: none"> Модульна контрольна робота № 1 (обов'язкова) 		грудень
ЗМ-Л2	Вивчення тем лекційних модулів	16	січень-травень
	Підготовка до модульної контрольної роботи № 2	5	січень-травень
	Модульна контрольна робота № 2 (обов'язкова)		травень
ЗМ-П1	виконання завдань лабораторної роботи (1-4 ЛР)	5x4=20	вересень-травень
	оформлення звіту з лабораторної роботи (1-4 ЛР), захист звіту (обов'язковий)	5x2=10	вересень-травень
	підготовка до усного опитування напередодні відповідної лабораторної роботи (обов'язкове) (5 ЛР)	4	червень
	підготовка до захисту звіту з лабораторних робіт (обов'язковий) (5 ЛР)	6	червень
	Підготовка до залікової контрольної роботи	6	Сесія
Разом:		106	

Електронний курс з дисципліни доступний за посиланням:

<http://dpt15s.odeku.edu.ua/course/view.php?id=14>.

1. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л1.

Контроль проводиться після вивчення лекційного матеріалу модуля ЗМ-Л1 в формі письмової модульної контрольної роботи МКР-1 тестового типу в якій студенти відповідають на 20 запитань. Результати роботи оформлюються на окремому аркуші. Час, що виділяється на виконання МКР-1 визначається при видачі завдання і не перевищує 1 академічної години.

Максимальна оцінка за контрольну роботу складає 25 бали або 0,667 балів за одну правильну відповідь. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу: правильна відповідь на 17 і більше запитань – відмінно (19,8...22 бали), правильна відповідь на 24...29 запитань – добре (16,3...19,7 бали), правильна відповідь на 20...23 запитання – задовільно (13,2...16,2 бали), правильна відповідь менше ніж на 20 запитань – незадовільно (менше 13,1 бали).

2. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-Л2.

Контроль проводиться після вивчення лекційного матеріалу модуля ЗМ-Л2 в формі письмової модульної контрольної роботи МКР-2 тестового типу в якій студенти відповідають на 20 запитань. Результати роботи оформлюються на окремому аркуші. Час, що виділяється на виконання МКР-2 визначається при видачі завдання і не перевищує 1 академічної години.

Максимальна оцінка за контрольну роботу складає 25 бали або 0,667 балів за одну правильну відповідь. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу: правильна відповідь на 30 і більше запитань – відмінно (19,8...22 бали),

правильна відповідь на 24...29 запитань – добре (16,3...19,7 бали), правильна відповідь на 20...23 запитання – задовільно (13,2...16,2 бали), правильна відповідь менше ніж на 20 запитань – незадовільно (менше ніж 13,1 балів).

3. Методика підсумкового оцінювання контрольних заходів для всіх лекційних модулів.

Підсумкова оцінка за всі лекційні модулі дорівнює сумі набраних балів за лекційні модулі ЗМ-Л1, ЗМ-Л2, яка не може перевищувати 50 балів.

4. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П1 (денна форма навчання).

За весь практичний модуль встановлена максимальна оцінка 50 балів. За кожен з лабораторних робіт встановлена максимальна оцінка 10 балів.

Контроль по кожній лабораторній роботі проводиться в формі:

- *усного опитування* при підготовці до кожної лабораторної роботи з метою допуску до її виконання (кількість запитань – до 5, максимальна кількість балів – 4),
- *захисту результатів* лабораторної роботи наведених у звіті до лабораторної роботи (кількість запитань залежить від ходу виконання студентом роботи і якості звіту, максимальна кількість балів – 6).

Для кожної лабораторної роботи, якщо студент за *усне опитування* одержав 2 і менше балів він не допускається до виконання роботи, а якщо більше – допускається.

Для кожної лабораторної роботи при *захисті результатів* студент може одержати від 1 до 6 балів.

Підсумковою оцінкою за кожен лабораторну роботу буде сума балів за *усне опитування* і *захист результатів*.

Підсумковою оцінкою за весь практичний модуль буде сума балів за всі лабораторні роботи. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу для ЗМ-П1: 45 балів і більше – відмінно, 37...44,9 – добре, 30...36,9 балів – задовільно, менше 30 балів – незадовільно.

5. Методика проведення та оцінювання контрольного заходу для ЗМ-П1 (заочна форма навчання).

За кожен з лабораторних робіт встановлена максимальна оцінка 10 балів.

Контроль по 1, 2, 3, 4 лабораторній роботі проводиться в формі:

- *перевірки звіту* з лабораторної роботи (максимальна кількість 10 балів).

Контроль по 5 лабораторній роботі проводиться в формі:

- *усного опитування* при підготовці до лабораторної роботи з метою допуску до її виконання (кількість запитань – до 4, максимальна кількість балів – 4),
- *захисту результатів* лабораторної роботи наведених у звіті до лабораторної роботи (кількість запитань залежить від ходу виконання

студентом роботи і якості звіту, максимальна кількість балів – 6).

Для 5 лабораторної роботи, якщо студент за *усне опитування* одержав 2 і менше балів він не допускається до виконання роботи, а якщо більше – допускається.

Для 5 лабораторної роботи при *захисті результатів* студент може одержати від 1 до 6 балів.

Підсумковою оцінкою за 5 лабораторну роботу буде сума балів за *усне опитування* і *захист результатів*.

Підсумковою оцінкою за практичний модуль ЗМ-П1 буде сума балів за всі шість лабораторних робіт – 50 балів. Критерії оцінювання результатів контрольного заходу для ЗМ-П1: 45 балів і більше – відмінно, 36...44,9 – добре, 30...35,9 балів – задовільно, менше 40 балів – незадовільно.

6. Методика оцінювання за всіма змістовними модулями.

Підсумковою оцінкою за всіма змістовними модулями (ОЗ) буде сума балів за лекційні модулі і за практичний модуль.

7. Методика проведення та оцінювання підсумкового контрольного заходу.

Підсумковий контрольний захід проводиться у формі залікової контрольної роботи (ЗКР) тестового типу в якій студенти відповідають на 20 запитань. Умова допуску до заліку – студент має отримати не менше 25 балів з теоретичної частини та не менше 25 балів з практичної частини. Результати роботи оформлюються на окремому аркуші. Час, що виділяється на виконання залікової контрольної роботи визначається при видачі завдання і не перевищує 1 академічної години.

Максимальна оцінка за залікову контрольну роботу (ОЗКР) складає 100 балів. Оцінка еквівалентна відсотку правильних відповідей на запитання. Критерії оцінювання результатів залікової контрольної роботи: 90 балів і більше правильних відповідей – відмінно, 74...89,9 балів – добре, 60...73,9 балів – задовільно, менше 60 балів – незадовільно.

8. Методика підсумкового оцінювання за дисципліну.

Сума балів, яку одержав студент за лекційні модулі, за практичний модуль і за залікову контрольну роботу формують інтегральну оцінку студента з навчальної дисципліни. Інтегральна оцінка (В) за дисципліну розраховується за формулою:

$$B = 0,75 \times O3 + 0,25 \times OЗКР,$$

де ОЗ – кількісна оцінка (у процентах від максимально можливої в 100 балів) за всіма змістовними модулями, ОЗКР – кількісна оцінка (у процентах від максимально можливої в 100 балів) залікової контрольної роботи.

Інтегральна оцінка (В) за дисципліну за всіма системами оцінювання наведена у наступній таблиці:

Визначення	За системою університету (у відсотках)	За національною системою	За шкалою ECTS
відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90 – 100	зараховано	A
вище середнього рівня з кількома помилками	82 – 89,9	зараховано	B
В загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	74 – 81,9	зараховано	C
непогано, але зі значною кількістю помилок	64 – 73,9	зараховано	D
виконання задовольняє мінімальні критерії	60 – 63,9	зараховано	E
з можливістю перескладання	35 – 59,9	не зараховано	FX
з обов'язковим повторним курсом навчання	1 – 34,9	не зараховано	F

При цьому позитивна інтегральна оцінка з дисципліни (зараховано) одержується студентом за наступних умов:

- студент не має наприкінці семестру заборгованості з дисципліни,
- студент має на останній день семестру підсумкову суму балів поточного контролю достатню для одержання позитивної оцінки ($OZ \geq 60\%$),
- студент має $OZKP \geq 50\%$ від максимально можливої суми балів за залікову контрольну роботу.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Рекомендується наступний порядок вивчення дисципліни „Операційні системи”:

– зміст кожної теми курсу вивчається за допомогою навчальної та методичної літератури, що наведена в списку;

– після засвоєння змісту кожної теми курсу потрібно відповісти на „запитання самоперевірки”, що наведені у даних методичних вказівках і відповідній літературі;

– якщо виникли питання при вивченні теоретичного матеріалу або при виконанні контрольних робіт, то потрібно звернутись до викладача, який читав лекції;

3.1. Модуль ЗМ-Л1 „Віртуальна пам'ять та віртуальні команди вводу-виводу”

3.1.1. Повчання

Розділи модуля ЗМ-Л1 формують у студентів уявлення про реалізацію сторінкової організації пам'яті, способи і алгоритми реалізації сегментації пам'яті, віртуальну пам'ять процесорів Pentium та UltraSPARC, віртуальні команди вводу-виводу та способи їхньої реалізації.

При вивченні цих розділів необхідно звернути увагу на способи організації віртуальної пам'яті в різних процесорах, а також на основні віртуальні команди вводу-виводу в цих процесорах.

3.1.2. Питання для самоперевірки

Питання, які мають бути засвоєні в ході вивчення змістовного модуля ЗМ-Л1 і являють собою необхідний мінімум знань, який потрібний для засвоєння дисципліни “Операційні системи” та формують результати навчання (виділені курсивом питання формують базові результати навчання), наведені нижче:

1. Скільки приблизно часу займе ущільнення 128 МіБ при умові, що безліч вільних ділянок і безліч сегментів даних розподілені випадково, а час для читання 32-розрядного слова в пам'яті або запису туди дорівнює 10 нс? [1, с.10]
2. В чому полягає методика розрахунку кількості байтів для зберігання структур? [1, с.12]
3. *За якими параметрами обирається метод зберігання?* [1, с.12]
4. У чому полягає суть алгоритмів «перший підходящий» і «самий підходящий»? [1, с.35]
5. *У чому різниця між фізичною адресою й віртуальною?* [1, с.11]
6. Яким чином визначається номер віртуальної сторінки й зсув? [1, с.13]
7. Які параметри використовують при визначенні обсягу простору на диску, який повинен бути доступним для зберігання сторінок? [1, с.24]
8. Чому дорівнює розмір сторінок і скільки їх в адресному просторі для комп'ютера з 32-розрядною адресою, що використовує дворівневу таблицю сторінок? [1, с.26]
9. Що впливає на кількість сторінок для 32-розрядної віртуальної адреси, яка розбивається на чотири поля (трирівнева система таблиць та зсув)? [1, с.29]
10. *Якщо використовується алгоритм заміщення сторінок FIFO у системі із чотирма сторінковими кадрами і вісьма сторінками, скільки сторінкових переривань відбудеться для послідовності звернень 0 1 7 2 3 2 7 1 0 3 за умови, що чотири сторінкових блоки споконвічно порожні?* [1, с.21]
11. *Якщо використовується алгоритм заміщення сторінок LRU у системі із чотирма сторінковими кадрами і вісьма сторінками, скільки сторінкових переривань відбудеться для послідовності звернень 0 1 7 2 3 2 7 1 0 3 за умови, що чотири*

сторінкових блоки споконвічно порожні? [1, с.20]

12. В чому полягає поняття «пробуксовка програми (thrashing)»? Які методи використовують для уникнення цієї помилки? [1, с.22]

13. В чому полягає поняття «внутрішня фрагментація»? Як при цьому розраховується середній невикористаний простір? [1, с.25]

14. Які варіанти внутрішньої структури файлу використовують операційні системи? [1, с.60]

15. В чому полягає різниця між використанням системного виклику *rename* і копіюванням файлу з новим ім'ям з наступним видаленням старого файлу? [1, с.63]

16. В чому полягає різниця між неавтономною і автономною інформацією? Яка форма використовується для збереження неавтономної інформації? [1, с.69]

17. Яким чином операційна система виконує групування неавтономної інформації? [1, с.70]

18. В чому полягає відмінність сприйняття файлу прикладним програмістом і операційною системою? [1, с.64]

19. Як формується список вільної пам'яті? [1, с.67]

20. Як впливає розмір одиночного блоку на швидкість роботи дисків? [1, с.68]

3.2. Модуль ЗМ-Л2 „Віртуальні команди для паралельної обробки та приклади операційних систем”

3.2.1. Повчання

Розділи модуля ЗМ-Л2 формують у студентів уявлення про віртуальні команди для паралельної обробки, віртуальну пам'ять операційних систем UNIX і Windows, віртуальний ввід-вивід у системах UNIX і Windows, керування процесами в системах UNIX і Windows.

При вивченні цих розділів необхідно звернути увагу на практичні аспекти використання віртуальної пам'яті та віртуального вводу-виводу в операційних системах UNIX і Windows, а також на способах керування процесами в цих системах.

3.2.2. Питання для самоперевірки

Питання, які мають бути засвоєні в ході вивчення змістовного модуля ЗМ-Л2 і являють собою необхідний мінімум знань, який потрібний для засвоєння дисципліни “Операційні системи” та формують результати навчання (виділені курсивом питання формують базові результати навчання), наведені нижче:

1. В чому полягає різниця між паралельною обробкою кількома фізичними процесорами паралельною обробкою одним фізичним процесором? [1, с.74-75]

2. **Які характеристики описують стан процесу в повному обсязі? [1, с.75]**
3. **В чому полягає різниця стратегій породжених процесів? [1, с.76]**
4. **Поясніть роботу кільцевого буфера, в чому полягає різниця між показчиками in і out? [1, с.77]**
5. Яке призначення має біт очікування пробудження? [1, с.82]
6. Які змінні називають семафорами і для чого їх використовують? [1, с.73]
7. В чому полягає суть поняття «сокет»? [1, с.93]
8. Які елементи складають структуру типової системи UNIX? [1, с.94]
9. **Які рівні складають систему вводу-виводу UNIX? [1, с.94]**
10. **Які функції виконує структура керування процесами системи UNIX? [1, с.95]**
11. **Які елементи складають структуру операційної системи Windows? [1, с.99]**
12. **Які елементи складають адресний простір одного процесу UNIX? [1, с.106]**
13. Для чого використовується дескриптор файлу fd (file descriptor)? [1, с.107]
14. Які стани має віртуальна сторінка пам'яті Windows? [1, с.108]
15. **В чому полягає функція використання тінюваних сторінок в операційній системі Windows? [1, с.108]**
16. **Які основні системні виклики використовуються в UNIX для організації вводу-виводу? [1, с.113]**
17. **Які основні системні виклики використовуються в UNIX для роботи з директоріями? [1, с.117]**
18. **Які складові входять в структуру запису для елемента директорії в ОС UNIX? [1, с.118]**
19. Які основні функції Win32 API використовуються для вводу-виводу файлів? [1, с.125]
20. Які основні функції Win32 API використовуються для роботи з директоріями? [1, с.127]

3.3. Модуль ЗМ-П1 „Практичний модуль”

3.3.1. Повчання

При вивченні практичного модуля студенти набувають уміння керувати розподілом оперативної пам'яті в операційних системах UNIX і Windows, синхронізувати потоки та здійснювати обмін інформацією між ними, працювати з файловими системами та здійснювати захист операційних систем.

При вивченні цього модуля необхідно звернути увагу на практичне застосування одержаних теоретичних знань реалізацію організації віртуальної пам'яті та віртуального вводу-виводу в операційних системах UNIX і Windows.

Перевірка якості засвоєних знань і одержаних навичок при вивченні цього модуля здійснюється викладачем під час проведення лабораторних занять шляхом усного опитування з наведених для теоретичних модулів питань і перевіркою якості виконання лабораторної роботи.

ПИТАННЯ ДО ЗАХОДІВ ПОТОЧНОГО, ПІДСУМКОВОГО ТА СЕМЕСТРОВОГО КОНТРОЛЮ

4.1. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л1.

1. Безліч вільних ділянок і безліч сегментів даних розподілені випадково, час для читання 32-розрядного слова в пам'яті або запису туди дорівнює 10 нс. Вважаємо, що слово 0 – це частина незайнятої області й що найстарше слово пам'яті містить дійсні дані. Скільки часу займе ущільнення 128 МіБ? [1, с.7]
2. Зрівняєте кількість місця, необхідного для обліку вільної пам'яті за допомогою бітового масиву й за допомогою зв'язного списку. Пам'ять розміром 128 МіБ надається блоками по n байт. Для зв'язного списку передбачається, що пам'ять складається з послідовності, що чергується, сегментів і вільних областей, кожна по 64 КіБ. Для кожного вузла у зв'язному списку необхідна 32-розрядна адреса в пам'яті, 16 розрядів для довжини й 16 розрядів для поля посилання на наступний вузол. Скільки буде потрібно байтів для зберігання структур у за допомогою бітового масиву й за допомогою зв'язного списку? [1, с.9]
3. Розглянемо систему звичайного підкачування, у пам'яті якої втримуються вільні ділянки таких розмірів і в такому порядку: 10 КіБ, 4 КіБ, 20 КіБ, 18 КіБ, 7 КіБ, 9 КіБ, 12 КіБ і 15 КіБ. Який з них буде обрано для успішного задоволення запиту сегмента розміром 12 КіБ і 9 КіБ по алгоритму «перший підходящий»? [1, с.11]
4. Розглянемо систему звичайного підкачування, у пам'яті якої втримуються вільні ділянки таких розмірів і в такому порядку: 10 КіБ, 4 КіБ, 20 КіБ, 18 КіБ, 7 КіБ, 9 КіБ, 12 КіБ і 15 КіБ. Який з них буде обрано для успішного задоволення запиту сегмента розміром 10 КіБ і 9 КіБ по алгоритму «самий підходящий»? [1, с.12]
5. У чому полягає різниця між фізичною адресою й віртуальною? [1, с.14]
6. Для кожної з наступних десяткових віртуальних адрес: 20 000, 32 768, 60 000 обчислите номер віртуальної сторінки й зсув, якщо розмір сторінки дорівнює 4 КіБ або 8 КіБ. [1, с.15]
7. Комп'ютер з 32-розрядною адресою використовує дворівневу таблицю сторінок. Віртуальні адреси розщеплюються на 9-розрядне поле верхнього рівня таблиці, 11-розрядне поле другого рівня таблиці сторінок і зсув. Чому дорівнює розмір сторінок і скільки їх в адресному просторі? [1, с.19]
8. Припустимо, що 32-розрядна віртуальна адреса розбивається на чотири поля: a , b , c і d . Перші три використовуються для трирівневої системи таблиць сторінок. Четверте поле – це зсув. Чи залежить кількість сторінок від розміру всіх чотирьох полів? [1, с.21]
9. Комп'ютер підтримує 32-розрядні віртуальні адреси й сторінки розміром 4 54 КіБ. Програма й дані разом уміщаються в наймолодшу сторінку (0-4095). Стек розміщується в найстаршій сторінці. Скільки записів у таблиці сторінок необхідно для цього процесу, якщо використовується традиційна (однорівнева) сторінкова структура? [1, с.23-24]
10. Комп'ютер підтримує 32-розрядні віртуальні адреси й сторінки розміром 4 54 КіБ. Програма й дані разом уміщаються в наймолодшу сторінку (0-4095). Стек розміщується в найстаршій сторінці. Скільки записів у таблиці сторінок потрібно при дворівневій сторінковій структурі, де кожна частина –10-розрядна? [1, с.23-24]

11. Машина підтримує 48-розрядні віртуальні адреси й 32-розрядні фізичні адреси. Розмір сторінки дорівнює 8 КіБ. Скільки потрібно записів у таблиці сторінок? [1, с.23-24]
12. Якщо використовується алгоритм заміщення сторінок FIFO у системі із чотирма сторінковими кадрами й вісьма сторінками, скільки сторінкових переривань відбудеться для послідовності звернень 0 1 7 2 3 2 7 1 0 3 за умови, що чотири сторінкових блоки споконвічно порожні? [1, с.25]
13. Якщо використовується алгоритм заміщення сторінок LRU у системі із чотирма сторінковими кадрами й вісьма сторінками, скільки сторінкових переривань відбудеться для послідовності звернень 0 1 7 2 3 2 7 1 0 3 за умови, що чотири сторінкових блоки споконвічно порожні? [1, с.26]
14. Сторінки розкидані по диску випадково, і кількість циліндрів така велика, що можна ігнорувати варіант, при якому дві сторінки опиняються на тому самому циліндрі. Скільки часу займе завантаження з диска програми розміром 64 КіБ, якщо його середній час пошуку дорівнює 10 мс, час обертання – 10 мс, кожна доріжка містить 32 КіБ для розміру сторінки 2 КіБ? [1, с.28]
15. Сторінки розкидані по диску випадково, і кількість циліндрів така велика, що можна ігнорувати варіант, при якому дві сторінки опиняються на тому самому циліндрі. Скільки часу займе завантаження з диска програми розміром 64 КіБ, якщо його середній час пошуку дорівнює 10 мс, час обертання – 10 мс, кожна доріжка містить 32 КіБ а) для розміру сторінки 4 КіБ? [1, с.28]
16. Комп'ютер забезпечує кожен процес 65536 байтами адресного простору, розділеного на сторінки по 4096 байт. Якась програма має розмір тексту 32 768 байт, розмір даних 16 386 байт і розмір стека 15 870 байт. Чи поміститься ця програма в адресному просторі? [1, с.30]
17. Чи може сторінка виявитися у двох робочих наборах одночасно? [1, с.31]
18. Поясніть різницю між внутрішньою й зовнішньою фрагментацією. Яка з них відбувається в сторінкових системах? А яка має місце в системах, що використовують чисту сегментацію? [1, с.32-33]
19. Поясніть різницю між внутрішньою й зовнішньою фрагментацією. Яка має місце в системах, що використовують чисту сегментацію? [1, с.32-33]
20. Машина містить 32-бітний віртуальний адресний простір з побайтовою адресацією. Розмір сторінки становить 8 КіБ. Скільки існує сторінок віртуального адресного простору? [1, с.35]
21. Машина містить 32-бітний віртуальний адресний простір з побайтовою адресацією. Розмір сторінки становить 4 КіБ. Скільки існує сторінок віртуального адресного простору? [1, с.35]
22. Комп'ютер має 16 сторінок віртуального адресного простору й тільки 4 сторінкових кадри. Спочатку пам'ять порожня. Програма звертається до віртуальних сторінок у наступному порядку: 0, 7, 2, 7, 5, 8, 9, 2, 4 а. Які зі звернень викличуть помилку за алгоритмом LRU? [1, с.37]
23. Комп'ютер має 16 сторінок віртуального адресного простору й тільки 4 сторінкових кадри. Спочатку пам'ять порожня. Програма звертається до віртуальних сторінок у наступному порядку: 0, 7, 2, 7, 5, 8, 9, 2, 4 а. Які зі

- звернень викличуть помилку за алгоритмом FIFO? [1, с.37]
24. Операційні системи, у яких допускаються файли, що відображуються на пам'ять, завжди вимагають, щоб файли були відображені в границях сторінок. Наприклад, якщо в нас є сторінки по 4 КіБ, файл може бути відображений, починаючи з віртуальної адреси 4096, але не з віртуальної адреси 5000. Навіщо це потрібно? [1, с.48]
 25. Програма в комп'ютері Pentium звертається до локального сегмента 10 зі зсувом 8000. Поле BASE сегмента 10 у локальній таблиці дескрипторів містить число 10000. Який елемент таблиці сторінок використовує Pentium і який номер сторінки? [1, с.49-50]
 26. Наведіть приклад алгоритму для видалення сегментів у сегментированной пам'яті без сторінкової організації. [1, с.52]
 27. У чому полягає відмінність внутрішньої та зовнішньої фрагментації? [1, с.53]
 28. Чому блоки кеш-пам'яті завжди набагато менші, ніж сторінки у віртуальній пам'яті (буває навіть, що в 100 разів менші)? [1, с.56]
 29. В чому полягає різниця між використанням системного виклику rename і копіюванням файлу з новим ім'ям з наступним видаленням старого файлу? [1, с.58]
 30. Яким чином можна симулювати ієрархічну файлову систему в операційній системі, яка підтримує тільки один каталог, але дозволяє зберігати в ньому довільну кількість файлів з іменами довільної довжини? [1, с.59-60]
 31. В чому полягає відмінність внутрішньої та зовнішньої фрагментації диску? [1, с.61]
 32. Скільки знадобиться часу для того, щоб прочитати файл в оперативну пам'ять, а потім записати його назад на нове місце на диску при часі пошуку циліндра, рівному 5 мс, затримці обертання в 4 мс, швидкості передачі даних 8 МіБ/с і середньому розмірі файла 8 КіБ? [1, с.63]
 33. Скільки буде потрібно часу для ущільнення половини 16-гібібайтного диска диску при часі пошуку циліндра, рівному 5 мс, затримці обертання в 4 мс, швидкості передачі даних 8 МіБ/с і середньому розмірі файла 8 КіБ? [1, с.63]
 34. Облік вільного дискового простору може здійснюватися за допомогою 72 зв'язних списків або бітових масивів. Дискові адреси складаються з D біт. При якій умові для диска з B блоків, F з яких вільні, список займе менше місця, чим бітовий масив? Виразіть вашу відповідь у відсотках від обсягу диска для $D = 16$. [1, с.65]
 35. Диск складається з 800 циліндрів, на кожному з яких розташовані 5 доріжок по 32 сектори. Передбачається, що одиничний блок – це сектор, і що для «дірки» потрібен 32-бітний елемент таблиці. Скільки знадобиться «дірок», щоб список «дірок» (список вільної пам'яті) став більшим, ніж бітове відображення? [1, с.66-67]
 36. Після першого форматування дискового розділу початок бітового масиву обліку вільних блоків виглядає так: 1000 0000 0000 0000 (перший блок використовується для кореневого каталогу). Система завжди шукає вільні блоки від початку розділу, тому після запису файла А, що займає 6 блоків, бітовий

масив набирає такого вигляду: 1111 1110 0000 0000. Як буде виглядати бітовий масив після кожної з наступної дії: записується файл В розміром в 5 блоків? [1, с.68-69]

37. Після першого форматування дискового розділу початок бітового масиву обліку вільних блоків виглядає так: 1000 0000 0000 0000 (перший блок використовується для кореневого каталогу). Система завжди шукає вільні блоки від початку розділу, тому після запису файла А, що займає 6 блоків, бітовий масив набирає такого вигляду: 1111 1110 0000 0000. Як буде виглядати бітовий масив після кожної з наступної дії: видаляється файл А? [1, с.68-69]
38. Після першого форматування дискового розділу початок бітового масиву обліку вільних блоків виглядає так: 1000 0000 0000 0000 (перший блок використовується для кореневого каталогу). Система завжди шукає вільні блоки від початку розділу, тому після запису файла А, що займає 6 блоків, бітовий масив набирає такого вигляду: 1111 1110 0000 0000. Як буде виглядати бітовий масив після кожної з наступної дії: записується файл В розміром в 8 блоків? [1, с.68-69]
39. Після першого форматування дискового розділу початок бітового масиву обліку вільних блоків виглядає так: 1000 0000 0000 0000 (перший блок використовується для кореневого каталогу). Система завжди шукає вільні блоки від початку розділу, тому після запису файла А, що займає 6 блоків, бітовий масив набирає такого вигляду: 1111 1110 0000 0000. Як буде виглядати бітовий масив після кожної з наступної дії: видаляється файл В? [1, с.68-69]
40. Щоб зробити деякі прогнози щодо продуктивності диска, потрібно мати модель розподілу пам'яті. Припустимо, що диск розглядається як лінійний адресний простір з $N \gg 1$ секторів. Тут спочатку йде послідовність блоків даних, потім невикористаний простір, потім інша послідовність блоків даних і т.д. Емпіричні виміри показують, що ймовірнісні розподіли для довжин даних і невикористаних просторів однакові, причому для кожного з них імовірність бути і секторів становить 2^{-i} . Яке при цьому очікуване число «дірок» на диску? [1, с.71]
41. На певній машині програма може створювати стільки файлів, скільки їй потрібно, і всі файли можуть збільшуватися в розмірах під час виконання програми, причому операційна система не одержує ніяких додаткових даних про їхній кінцевий розмір. Чи зберігаються файли в послідовних секторах? [1, с.72]

4.2. Тестові завдання до модульної контрольної роботи модуля ЗМ-Л2.

1. Яка принципова різниця між паралельною обробкою кількох фізичними процесорами і паралельною обробкою одним фізичним процесором? [1, с.74-75]
2. Вкажіть які саме характеристики описують стан процесу? [1, с.75]
3. Опишіть стратегії породжених процесів та вкажіть на відмінності між ними? [1, с.76]
4. Чи буде працювати метод семафорів, якщо існує один центральний процесор, що перемикається між процесами кожні 100 мс? [1, с.82-83]
5. Чи буде працювати метод семафорів, якщо два центральних процесори

- розділяють загальну пам'ять, у якій розташований семафор? [1, с.82-83]
6. Операція `peek` перевіряє семафор, але не змінює його й не блокує процес. Таким чином, програми спочатку перевіряють, чи можна робити над семафором операцію `down`. Чи буде ця ідея працювати, якщо семафор використовують три й більше процеси? [1, с.82-83]
 7. Операція `peek` перевіряє семафор, але не змінює його й не блокує процес. Таким чином, програми спочатку перевіряють, чи можна робити над семафором операцію `down`. Чи буде ця ідея працювати, якщо семафор використовують два процеси? [1, с.82-83]
 8. Яке буде значення `in` і `out` для кільцевого буфера довжиною в 65 слів після того, як 22 слова містяться в буфер? Початкові значення `in` і `out` дорівнюють 0. [1, с.76-77]
 9. Яке буде значення `in` і `out` для кільцевого буфера довжиною в 65 слів після того, як 9 слів видаляються з буфера? Початкові значення `in` і `out` дорівнюють 0. [1, с.76-77]
 10. Яке буде значення `in` і `out` для кільцевого буфера довжиною в 65 слів після того, як 40 слів містяться в буфер? Початкові значення `in` і `out` дорівнюють 0. [1, с.76-77]
 11. Яке буде значення `in` і `out` для кільцевого буфера довжиною в 65 слів після того, як 17 слів видаляються з буфера? Початкові значення `in` і `out` дорівнюють 0. [1, с.76-77]
 12. Яке буде значення `in` і `out` для кільцевого буфера довжиною в 65 слів після того, як 12 слів містяться в буфер? Початкові значення `in` і `out` дорівнюють 0. [1, с.76-77]
 13. Які основні складові входять до системи вводу-виводу UNIX? [1, с.94]
 14. Вкажіть функції, які виконує структура керування процесами системи UNIX? [1, с.95]
 15. Опишіть основні елементи структури операційної системи Windows? [1, с.99]
 16. Що входить до структури адресного простору одного процесу операційної системи UNIX? [1, с.106]
 17. Чому багато систем файлів вимагають, щоб файл перед прочитанням явно відкривався за допомогою системного виклику `open`? [1, с.94]
 18. Припустимо, що одна з версій UNIX використовує 2 кібі блоків на диску й зберігає 512 адрес диска на кожен блок непрямої адресації (звичайної непрямої адресації, подвійний і потрійний). Який буде максимальний розмір файла? Передбачається, що розмір покажчиків файла становить 64 біта. [1, с.95-96]
 19. Як у системі Windows можна реалізувати наступне: скласти список керування доступом таким чином, щоб один користувач не мав доступу до жодного з файлів, а всі інші мали повний доступ до них? [1, с.124]
 20. Створіть п'ять різних шляхів до файла `/etc/passwd`, використовуючи елементи каталогу «.» і «..». [1, с.127]
 21. Чи є необхідним системний виклик `open` у системі UNIX? Якими будуть наслідки його відсутності? [1, с.94]
 22. Деякі системи дозволяють відображати частину файла на пам'ять. Які

- обмеження повинні накладатись на таку систему? Як реалізується таке часткове відображення файлу на пам'ять? [1, с.125-127]
23. У системах UNIX і Windows довільний доступ до файлу здійснюється за допомогою спеціального системного виклику, що переміщає покажчик поточної позиції у файлі на нове місце. Запропонуйте альтернативний метод реалізації довільного доступу без використання цього системного виклику. [1, с.125-127]
 24. Як буде виглядати абсолютний шлях для файлу з відносним шляхом ../ast/x в системі UNIX, якщо /usr/jim є робочим каталогом? [1, с.115]
 25. Чому дорівнює максимальний розмір файлу, якщо inode містить 10 дискових адрес, по 4 байт кожен, а всі дискові блоки мають розмір 1024 байт? [1, с.117]
 26. Скільки даних може зберігатися усередині i-node, якщо збільшити продуктивність і ефективність використання дискового простору за допомогою зберігання коротких файлів прямо в inode.? [1, с.118]
 27. Що відбудеться, якщо бітовий масив або список вільних блоків виявиться повністю загублений у результаті збою в файловій системі UNIX? Чи є спосіб відновлення від такого збою? [1, с.121]
 28. Що відбудеться, якщо бітовий масив або список вільних блоків виявиться повністю загублений у результаті збою в файловій системі FAT-16? Чи є спосіб відновлення від такого збою? [1, с.119]
 29. Які переваги має наступний підхід: перша частина кожного файлу системи UNIX зберігається у тім же дисковому блоці, що і його i-node? [1, с.123]
 30. Скільки знадобиться дискових операцій для зчитування i-node файлу /usr/ast/courses/os/handout.t? Припустимо, що i-node кореневого каталогу перебуває в оперативній пам'яті, але більше нічого, що відноситься до цього шляху, у пам'яті немає. Крім того, всі каталоги займають по одному блоку диска. [1, с.122]
 31. Яке призначення має дескриптор файлу fd (file descriptor)? [1, с.107]
 32. В яких станах може перебувати віртуальна сторінка пам'яті Windows? [1, с.108]
 33. З якою метою використовуються тіньові сторінки в операційній системі Windows? [1, с.108]
 34. Які основні системні виклики використовуються в UNIX для організації вводу-виводу? [1, с.113]
 35. Які основні системні виклики використовуються в UNIX для роботи з директоріями? [1, с.117]
 36. Що входить до складу структури запису для елемента директорії в ОС UNIX? [1, с.118]
 37. Які основні функції Win32 API використовуються для вводу-виводу файлів? [1, с.125]
 38. Які основні функції Win32 API використовуються для роботи з директоріями? [1, с.127]
 39. У багатьох версіях системи UNIX i-node зберігаються на початку диска. Альтернативний дизайн полягає у виділенні i-node блоку в момент створення файлу й вміщенні цього блоку на початку першого блоку файлу. Які переваги й недоліки має перший підхід? [1, с.121-123]

40. У багатьох версіях системи UNIX і-node зберігаються на початку диска. Альтернативний дизайн полягає у виділенні і-node блоку в момент створення файлу й вміщенні цього блоку на початку першого блоку файлу. Які переваги й недоліки має другий підхід? [1, с.121-123]

4.3. Тестові завдання до залікової контрольної роботи.

1. Скільки приблизно часу займе ущільнення 128 МіБ при умові, що безліч вільних ділянок і безліч сегментів даних розподілені випадково, а час для читання 32-розрядного слова в пам'яті або запису туди дорівнює 10 нс? [1, с.10]
2. В чому полягає методика розрахунку кількості байтів для зберігання структур? [1, с.12]
3. За якими параметрами обирається метод зберігання? [1, с.12]
4. У чому полягає суть алгоритмів «перший підходящий» і «самий підходящий»? [1, с.35]
5. У чому різниця між фізичною адресою й віртуальною? [1, с.11]
6. Яким чином визначається номер віртуальної сторінки й зсув? [1, с.13]
7. Які параметри використовують при визначенні обсягу простору на диску, який повинен бути доступним для зберігання сторінок? [1, с.24]
8. Чому дорівнює розмір сторінок і скільки їх в адресному просторі для комп'ютера з 32-розрядною адресою, що використовує дворівневу таблицю сторінок? [1, с.26]
9. Що впливає на кількість сторінок для 32-розрядної віртуальної адреси, яка розбивається на чотири поля (трирівнева система таблиць та зсув)? [1, с.29]
10. Якщо використовується алгоритм заміщення сторінок FIFO у системі із чотирма сторінковими кадрами і вісьма сторінками, скільки сторінкових переривань відбудеться для послідовності звернень 0 1 7 2 3 2 7 1 0 3 за умови, що чотири сторінкових блоки споконвічно порожні? [1, с.21]
11. Якщо використовується алгоритм заміщення сторінок LRU у системі із чотирма сторінковими кадрами і вісьма сторінками, скільки сторінкових переривань відбудеться для послідовності звернень 0 1 7 2 3 2 7 1 0 3 за умови, що чотири сторінкових блоки споконвічно порожні? [1, с.20]
12. В чому полягає поняття «пробуксовка програми (thrashing)»? Які методи використовують для уникнення цієї помилки? [1, с.22]
13. В чому полягає поняття «внутрішня фрагментація»? Як при цьому розраховується середній невикористаний простір? [1, с.25]
14. Які варіанти внутрішньої структури файлу використовують операційні системи? [1, с.60]
15. В чому полягає різниця між використанням системного виклику rename і копіюванням файлу з новим ім'ям з наступним видаленням старого файлу? [1, с.63]
16. В чому полягає різниця між неавтономною і автономною інформацією? Яка форма використовується для збереження неавтономної інформації? [1, с.69]
17. Яким чином операційна система виконує групування неавтономної інформації?

- [1, с.70]
18. В чому полягає відмінність сприйняття файла прикладним програмістом і операційною системою? [1, с.64]
 19. Як формується список вільної пам'яті? [1, с.67]
 20. Як впливає розмір одиночного блоку на швидкість роботи дисків? [1, с.68]
 21. В чому полягає різниця між паралельною обробкою кількома фізичними процесорами паралельною обробкою одним фізичним процесором? [1, с.74-75]
 22. Які характеристики описують стан процесу в повному обсязі? [1, с.75]
 23. В чому полягає різниця стратегій породжених процесів? [1, с.76]
 24. Поясніть роботу кільцевого буфера, в чому полягає різниця між покажчиками in і out? [1, с.77]
 25. Яке призначення має біт очікування пробудження? [1, с.82]
 26. Які змінні називають семафорами і для чого їх використовують? [1, с.73]
 27. В чому полягає суть поняття «сокет»? [1, с.93]
 28. Які елементи складають структуру типової системи UNIX? [1, с.94]
 29. Які рівні складають систему вводу-виводу UNIX? [1, с.94]
 30. Які функції виконує структура керування процесами системи UNIX? [1, с.95]
 31. Які елементи складають структуру операційної системи Windows? [1, с.99]
 32. Які елементи складають адресний простір одного процесу UNIX? [1, с.106]
 33. Для чого використовується дескриптор файла fd (file descriptor)? [1, с.107]
 34. Які стани має віртуальна сторінка пам'яті Windows? [1, с.108]
 35. В чому полягає функція використання тінювих сторінок в операційній системі Windows? [1, с.108]
 36. Які основні системні виклики використовуються в UNIX для організації вводу-виводу? [1, с.113]
 37. Які основні системні виклики використовуються в UNIX для роботи з директоріями? [1, с.117]
 38. Які складові входять в структуру запису для елемента директорії в ОС UNIX? [1, с.118]
 39. Які основні функції Win32 API використовуються для вводу-виводу файлів? [1, с.125]
 40. Які основні функції Win32 API використовуються для роботи з директоріями? [1, с.127]

5. ЛІТЕРАТУРА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основна література.

1. Рольщиков В.Б. Операційні системи: конспект лекцій / Одеса: ОДЕКУ, 2015. 151 с.
2. Шеховцов В.А. Операційні системи / Підручник для студентів вищих навчальних закладів. - К: Видавнича група ВНУ, 2005. 576 с.

Додаткова література.

1. Таненбаум Є., Вудхалл А. Операционные системы: разработка и реализация. Классика CS. – СПб.: Питер, 2006. 576 с.
2. Танненбаум Э., Бос Х. Современные операционные системы. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2015. 1120с.
3. Таненбаум Є., Стеен М. Распределенные системы. – СПб.: Питер, 2003. 877 с.
4. Руссинович М., Соломон Д. Внутреннее устройство Microsoft Windows. 6-е изд. – СПб.: Питер, 2013. 800 с.

Інформаційні ресурси.

1. Репозитарій бібліотеки ОДЕКУ URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/>.
2. Базовый курс Linux. URL: https://www.opennet.ru/docs/RUS/linux_base/
3. Xshell 4 User Guide Secure Terminal Emualtor – Seoul: NetSarang Computer, Inc., 2011. – 157 p. URL: http://www.netsarang.com/docs/xshell4_manual.pdf
4. A Program for Directing Recompilation GNU make Version 3.82 / Richard M. Stallman, Roland McGrath, Paul D. Smith – Boston: Free Software Foundation, 2010 – 192 p. URL: <http://www.gnu.org/software/make/manual/make.pdf>