

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Одеський державний екологічний університет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності 101 «Екологія»

від «10» 02 2022 р.

протокол № 5
Голова групи АВ (Чугай А.В.)

УЗГОДЖЕНО

Декан природоохоронного
факультету АВ (Чугай А.В.)

СИЛЛАБУС

навчальної дисципліни

Операційні системи

(назва навчальної дисципліни)

101 «Екологія»

(шифр та назва спеціальності)

«Екологія та охорона довкілля»

(назва освітньої програми)

початковий (молодший бакалавр)

(рівень вищої освіти)

денна, заочна

(форма навчання)

2

(рік навчання)

4 (д/ф)

(семестр навчання)

4 кр./120 год.

(кількість кредитів ЄКТС/годин)

залік

(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	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт. 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	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. 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	немає

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:

$$B = 0,75 \times OZ + 0,25 \times OZKP,$$

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 (тривірнева 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 посилення 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 A, 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 тій 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 тінюваних 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. Рольшиков 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>