Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки (№ 503)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК

_____ Д.М. Крицький
(підпис) (ініціали та прізвище)

« 31 » серпня 2021 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Операційні системи
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 "Інформаційні технології"
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 125 "Кібербезпека"
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Безпека інформаційних і комунікаційних систем
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: Дужий В. І., доцент, к.т.н.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «27» 08 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор _____ В. С. Харченко

(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td>Найменування показників</td><td>Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти</td><td>Характеристика навчальної дисципліни
(денна форма навчання)</td></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 4</td><td rowspan="15">Галузь знань
12 "Інформаційні технології"
(шифр та найменування)

Спеціальність
125 "Кібербезпека"
(код та найменування)

Освітня програма
Безпека інформаційних і комунікаційних систем
(найменування)

Рівень вищої освіти:
перший (бакалаврський)</td><td>Обов’язкова</td></tr>
<tr><td>Кількість модулів – 1</td><td>Навчальний рік</td></tr>
<tr><td>Кількість змістовних модулів – 2</td><td>2021/ 2022</td></tr>
<tr><td>Індивідуальне завдання: немає</td><td>Семестр</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Загальна кількість годин: 48 / 150</td><td>4-й</td></tr>
<tr><td>Лекції [1)]</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Кількість тижневих годин для денної форми навчання:
аудиторних – 3
самостійної роботи студента – 6,4</td><td>32 годин</td></tr>
<tr><td>Практичні, семінарські[1)]</td></tr>
<tr><td>00 годин</td></tr>
<tr><td>Лабораторні [1)]</td></tr>
<tr><td>16 годин</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>102 годин</td></tr>
<tr><td>Вид контролю</td></tr>
<tr><td>іспит</td></tr>
</table>

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 48 / 102;

[1)] Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: (ОК20) надання студентам знання і навичок у галузі фундаментальних концепцій і практичних рішень, які є основою сучасних операційних систем, використання можливостей операційної системи; ознайомлення з функціями, структурою, принципами побудови, методами розробки, основами функціонування і використання операційних систем різного рівня складності і їх компонентів,

а також засвоєння класичних алгоритмів, застосованих в реальних ОС.

Завдання: (ОК20) визначати способи і варіанти установки, конфігурування й налаштування операційних систем; використовувати принципи пошуку й усунення несправностей, конфліктів і збоїв в ОС та відновлення інформації; аналізувати можливості засобів діагностики, оптимізації й відновлення системи, а також:

– придбання знань про архітектуру ОС Widows, Linux, Android;

– придбання знань про структури даних, які використовуються у базових підсистем сучасних ОС;

– придбання знань про алгоритми роботи базових підсистем сучасних ОС;

– придбання знань про об'єкти ядра та API ОС, які використовуються у системному програмуванні.

Компетентності, які набуваються:

– здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

– знання та розуміння предметної області та розуміння професії;

– здатність професійно спілкуватися державною та іноземною мовами як усно, так і письмово;

– вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми за професійним спрямуванням;

– здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.

– здатність забезпечувати неперервність бізнесу згідно встановленої політики інформаційної та/або кібербезпеки;

– здатність відновлювати штатне функціонування інформаційних, інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) систем після реалізації загроз , здійснення кібератак, збоїв та відмов різних класів та походження;

– здатність впроваджувати та забезпечувати функціонування комплексних систем захисту інформації (комплекси нормативно-правових, організаційних та технічних засобів і методів, процедур, практичних прийомів та ін.);

– здатність виконувати моніторинг процесів функціонування інформаційних, інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) систем згідно встановленої політики інформаційної та/або кібербезпеки.

Очікувані результати навчання:

– застосовувати знання державної та іноземних мов з метою забезпечення ефективності професійної комунікації;

– організовувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв’язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності, оцінювати їхню ефективність;

– реалізовувати заходи з протидії отриманню несанкціонованого доступу до інформаційних ресурсів і процесів в інформаційних та інформаційно-

телекомунікаційних (автоматизованих) системах;

– вирішувати задачі управління доступом до інформаційних ресурсів та процесів в інформаційних та інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) системах на основі моделей управління доступом (мандатних, дискреційних, рольових);

– забезпечувати введення підзвітності системи управління доступом до електронних інформаційних ресурсів і процесів в інформаційних та інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) системах з використанням журналів реєстрації подій, їх аналізу та встановлених процедур захисту;

– застосовувати теорії та методи захисту для забезпечення безпеки елементів інформаційно-телекомунікаційних систем;

– вирішувати задачі управління процесами відновлення штатного функціонування інформаційно-телекомунікаційних систем з використанням процедур резервування згідно встановленої політики безпеки;

– забезпечувати неперервність процесу ведення журналів реєстрації подій та інцидентів на основі автоматизованих процедур;

– забезпечувати належне функціонування системи моніторингу інформаційних ресурсів і процесів в інформаційно-телекомунікаційних системах;

– забезпечувати) функціонування програмних та програмно-апаратних комплексів виявлення вторгнень різних рівнів та класів (статистичних, сигнатурних, статистично-сигнатурних);

– використовувати інструментарій для моніторингу процесів в інформаційно-телекомунікаційних системах.

Крім того, в результаті вивчення дисципліни студенти повинні буди здатними розуміти принципи створення операційних систем, алгоритми їх функціонування та структури даних, які використовують для реалізації цих алгоритмів.

Пререквізити – "Дискретна математика", "Навчальна практика", "Основи функціонування комп'ютерів", "Моделі та структури даних", "Архітектура комп'ютерів".

Кореквізити – "Курс на вибір 1 Захист інформації в інформаційно-комунікаційних системах", "Системи технічного захисту інформації", "Комплексні системи захисту інформації: проектування, впровадження, супровід", "Безпека операційних систем", "Операційні системи", "Апаратні та програмні засоби захисту інформації".

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Базова організація ОС

Змістовний модуль 1. Базові поняття ОС. Організація базових сервісів ОС

Тема 1. Предмет, мета вивчення і задачі дисципліни.

Структура і зміст дисципліни, а також методичні рекомендації по її вивченню. Місце дисципліни в навчальному процесі. Вимоги до знань і умінь студентів. Характеристика рекомендованих під час вивчення дисципліни джерел інформації.

Функції і призначення ОС. Вимоги до ОС. Функції ОС. Склад ОС (Основні підсистеми ОС). Поняття "ресурсу" (актива) комп'ютера.

Тема 2. Архітектура ОС.

Види системних архітектур програми. Поняття ядра. Монолітне ядро. Ядро на основі мікроархітектури. Платформа. Віртуалізація. Віртуальна машина. Ядро на основі Framework.

Тема 3. Технічні засоби комп'ютера.

Ресурс "Процесор". Режими роботи процесора. Програмно доступні регістри. Призначені для користувача регістри. Системні регістри. Прапорці. Рівні захисту. Сегмент стану завдання. Потік.

Ресурс "введення-виведення". Склад периферійного пристрою. Способи підключення периферійного пристрою до процесора. Архітектура адаптера. Проблеми організації введення-виведення. Ізольоване введення-виведення. Команди вводу-виводу. Порти.

Введення-виведення, відображений на пам'ять. Драйвер Введення-виведення.

Способи обміну інформацією. Програмно-керовані способи обміну. Апаратно-керовані способи обміну.

Тема 4. Переривання процесора.

Види переривань. Програмні переривання. Виключення. Зарезервовані виключення.

Переривання процесора. Види переривань. Апаратні переривання.

Множинні переривання. Пріоритети пристроїв. Види таймерів.

Тема 5. Еволюція ОС.

Покоління ОС. Послідовні машини.

Пакетні системи. Структура ОС. Монітор. Мова обробки завдань. Технічні рішення.

Багатозадачні пакетні системи. Структура ОС. Технічні рішення.

Інтерактивні системи. ОС реального часу. Технічні рішення.

Сучасні ОС. Мобільні обчислення. Хмарні обчислення. Типи інфраструктур: IaaS, PaaS, SaaS.

Тема 6. Процеси.

Поняття ресурсу ОС. Поняття процесу, потоку. Операції з процесами. Стан процесу. Модель ОС з 5-а станами процесів. Модель ОС з 6-а станами процесів. Модель ОС з 7-а станами процесів. Опис процесів. Системні таблиці для роботи з процесами.

Атрибути процесів. PCB. Структури даних, що використовуються диспетчером процесів. Образ процесу.

Тема 7. Планування.

Мета планування. Види планування. Завдання довгострокового планування. Завдання середньострокового планування. Завдання короткострокового планування. Критерії планування.

Види стратегій. Пріоритет процесів. Параметри стратегії.

Стратегія FCFS. Стратегія SPN. Стратегія HRRN. Стратегія SRT. Стратегія RR. Характеристики. Достоїнства і недоліки.

Багаторівнева стратегія зі зниженням пріоритетів.

Стратегія "справедливе планування". Формули.

Тема 8. Пам'ять.

Ресурс "Пам'ять". Вимоги до управління пам'яттю. Багаторівнева організація пам'яті.

Поняття віртуальної пам'яті. Принципи організації. Достоїнства і недоліки. Механізм роботи. Поняття локалізації.

Завдання диспетчера пам'яті. Види розподілу пам'яті.

Тема 9. Прості способи управління пам'яттю.

Прості способи розподілу пам'яті. Розподіл пам'яті з фіксованими розділами однакової довжини. Розподіл пам'яті з фіксованими розділами різної довжини.

Динамічний розподіл пам'яті. Поняття фрагментації пам'яті в системах з динамічним розподілом. Оптимізація пам'яті в системах з динамічним розподілом. Алгоритми виділення пам'яті процесам в системі з динамічним розподілом.

Розподіл пам'яті з системою двійників. Система ледачих двійників.

Тема 10. Сегментно-сторінковий розподіл пам'яті.

Сторінковий розподіл пам'яті. Таблиця сторінок процесу. Обчислення адреси.

Сегментний розподіл пам'яті. Таблиця сегментів процесу. Обчислення адреси.

Сегментна організація пам'яті у реальному режимі МП x86. Схема формування адреси. Сегментні регістри. Завантаження сегментних регістрів у програмі.

Модуль 11. Віртуальна організація пам'яті.

Віртуальна сторінкова організація пам'яті. Формат адреси. Таблиця сторінок процесу. Формат запису. Схема формування адреси.

Віртуальна сегментна організація пам'яті. Формат адреси. Таблиця сегментів процесу. Формат запису. Схема формування адреси.

Багаторівнева сторінкова організація. Необхідність. Формат адреси. Таблиці сторінок процесу. Принцип організації. Схема формування адреси.

Модуль 12. Програмна підтримка пам'яті.

Віртуальна організація пам'яті.

Програмна підтримка віртуальної пам'яті. Резидентна множина. Поняття заміщення сторінок. Алгоритми заміщення.

Оптимальний алгоритм. Алгоритм FIFO. Часовий алгоритм. Алгоритм LRU. Алгоритм NRU. Алгоритм NFU.

Модульний контроль.

Змістовний модуль 2. Паралельні обчислювання. Багатопроцесорна обробка

Тема 13. Взаємовиключення.

Поняття і необхідність взаємовиключення. Принципи організації взаємовиключення. Методи реалізації взаємовиключення. Способи програмної реалізації взаємовиключення.

Алгоритм версії 1. Алгоритм версії 2. Алгоритм версії 3. Алгоритм версії 4. Алгоритм Деккера. Алгоритм Петерсона. Алгоритм Лемпорта.

Способи апаратної реалізації взаємовиключення. Команди процесора testAndSet і xchg.

Тема 14. Семафори.

Реалізація взаємовиключення засобами ОС. Поняття семафора. Операції з семафорами. Види семафорів. Реалізація бінарних семафорів. Реалізація рахуючих семафорів.

Тема 15. Класичні задачі паралельних обчислень.

Реалізація взаємовиключення за допомогою семафорів. Реалізація синхронізації двох нерівноправних процесів за допомогою семафорів.

Задача виробник-споживач. Постановка задачі. Рішення задачі використанням семафорів для нескінченної черги.

Задача виробник-споживач. Постановка задачі. Рішення задачі використанням семафорів для кінцевої черзі.

Тема 16. Повідомлення.

Передача повідомлень. Функції для роботи з повідомленнями. Види синхронізації. Формат повідомлення. Адресація учасників. Види адресації.

Реалізація критичної секції і синхронізації за допомогою повідомлень.

Реалізація задачі виробник-споживач за допомогою повідомлень.

Тема 17. Багатопроцесорна обробка.

Архітектура SMP. Організація симетричної багатопроцесорної системи. Архітектура багатопроцесорних систем.

Підтримка симетричної мультипроцесорної обробки.

Реалізація підтримки багатопроцесорної обробки в Windows і Linux.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Денна форма				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Базові поняття ОС. Організація базових сервісів ОС					
Тема 1. Предмет, мета вивчення і задачі дисципліни.	2	2			
Тема 2. Архітектура ОС.	4	2			2
Тема 3. Технічні засоби комп'ютера.	4	2			2
Тема 4. Переривання процесора.	3	1			2
Тема 5. Еволюція ОС.	1	1			
Тема 6. Процеси.	6	2			4
Тема 7. Планування.	8	2	2		4
Тема 8. Пам'ять.	4	2			2
Тема 9. Прості способи управління пам'яттю.	6	2	2		2
Тема 10. Сегментно-сторінковий розподіл пам'яті.	8	2	2		4
Тема 11. Віртуальна організація пам'яті.	6	2			4
Тема 12. Програмна підтримка пам'яті.	8	2	2		4
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 1	**60**	**22**	**8**		**30**
Змістовний модуль 2. Паралельні обчислювання. Багатопроцесорна обробка					
Тема 13. Взаємовиключення.	21	2	4		15
Тема 14. Семафори.	19	2	2		15
Тема 15. Класичні задачі паралельних обчислень.	19	2	2		15
Тема 16. Повідомлення.	17	2			15
Тема 17. Багатопроцесорна обробка.	14	2			12
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 2	**90**	**10**	**8**		**72**
Усього годин за дисципліною	**150**	**32**	**16**		**102**

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	*Не передбачено*	

	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вивчення принципів роботи кеш-пам’яті.	2
2	Вивчення простих алгоритмів планування.	2
3	Вивчення алгоритму справедливого планування.	2
4	Вивчення принципів роботи сторінкової та сегментної організації пам’яті.	1
5	Вивчення алгоритмів заміщення віртуальної пам'яті.	1
6	Вивчення програмної реалізації алгоритмів взаємовиключень.	2
7	Програмне моделювання семафорів.	3
8	Реалізація класичних задач паралельного програмування за допомогою семафорів.	3
	Разом	**16**

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
	Не передбачено	
	Разом	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Архітектура ОС.	2
2	Технічні засоби комп'ютера.	2
3	Переривання процесора.	2
4	Процеси.	4
5	Планування.	4
6	Пам'ять.	2
7	Прості способи управління пам'яттю.	2
8	Сегментно-сторінковий розподіл пам'яті.	4
9	Віртуальна організація пам'яті.	4
10	Програмна підтримка пам'яті.	4
11	Взаємовиключення.	15
12	Семафори.	15
13	Класичні задачі паралельних обчислень.	15
14	Повідомлення.	15

15	Багатопроцесорна обробка.	12
	Разом	**102**

9. Індивідуальні завдання

Не передбачено

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних, лабораторних занять, консультацій, а також самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, тестування знань, письмового модульного контролю, підсумковий контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на практичних заняттях	0...5	5	0…25
Тестовий контроль	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0…20	1	0…20
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	3	0…15
Тестування знань	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0…15	1	0…10
Усього за семестр			**0…100**

Семестровий контроль у вигляді іспиту проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається із двох теоретичних та одного практичного запитання, максимальна кількість балів за кожне теоретичне запитання, складає 34 балів, а за практичне – 32 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:
– знати функції та алгоритми роботи кеш-пам'яті;
– знати алгоритми планування процесора;

– знати головні принципи побудови системи керування процесами;

– знати головні принципи побудови системи керування пам'яттю;

– знати головні ресурси комп'ютера с погляду операційної системи;

– знати головні методи паралельного програмування;

– знати головні об'єкти операційної системи для міжпроцесної взаємодії;

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

– уміти обчислювати адреси у кеш-пам'яті;

– уміти обчислювати адреси у пам'яті підсистемі пам'яті з сегментною та сторінковою організацією;

– уміти застосовувати алгоритми планування;

– уміти розробляти та тестувати програми, які керуються станами;

– уміти розробляти та тестувати програми, які моделюють програмні алгоритми взаємовиключень;

– уміти розробляти та тестувати програми, які використовують об'єкти операційної системи.

Необхідний обсяг навичок для одержання позитивної оцінки:

– вміти створювати кілька проектів в одному рішенні у середовищі MS Visual Studio;

– вміти розробляти програми, які керуються станами (на основі автоматної моделі);

– вміти розробляти, запускати на виконання та тестувати програми у середовищі MS Visual Studio із використанням технології Windows Form;

– вміти використовувати середовище MS Excel для моделювання та обчислення типових задач, які вирішує операційні системи.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60 – 74). Показати мінімум знань та умінь. Показати позитивні результати по практичним роботам 1 – 3.

Знати алгоритми роботи планувальників.

Добре (75 – 89). Твердо знати мінімум. Показати позитивні результати по практичній роботі 4 і лабораторним роботам 1 – 2.

Знати алгоритми роботи кеш-пам'яті. Знати алгоритми роботи простих методів розподілу пам'яті. Знати алгоритми роботи сторінкових і сегментних методів розподілу пам'яті.

Знати програмні та апаратні методи реалізації взаємовиключень.

Вміти тестувати алгоритми розподілу пам'яті.

Вміти розробляти та тестувати типові задачі моделювання програмних та апаратних методів взаємовиключення, які вирішують програмно за допомогою Windows Form.

Відмінно (90 – 100). Здати всі практичні і лабораторні роботи з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти їх застосовувати.

Знати методи реалізації взаємовиключень за допомогою семафорів та критичних секцій.

Вміти програмно реалізувати семафори.

Вміти розробляти та тестувати типові задачі паралельного програмування, які вирішують за допомогою семафорів.

Вміти розробляти та тестувати типові задачі моделювання, які вирішують за допомогою моніторів.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Дужий В. І. Теоретичне введення до лабораторних робіт.
2. Дужий В. І. Лабораторні роботи.
3. Дужий В. І. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робот.

14. Рекомендована література

Базова

1. Шеховцов В.А. Операційні системи. К.: Видавнича група BHV, 2005. – 576 с., іл.

2. Столлинг В. Операционные системы. СПб.: BHV – Санкт-Петербург, 2000. – 522 с., ил.

3. Таненбаум Э. Современные операционные системы. 2-изд. – СПб.: Питер, 2010. – 1120 с., ил.

4. Руссинович М., Соломон Д., Ионеску А. Внутреннее устройство Windows. Питер, 2018. – 944 с.

5. Робачевский А.М. Операционная система UNIX. СПб.: BHV – Санкт-Петербург, 1997. – 528 с., ил.

6. Рихтер Дж. Windows для профессионалов: создание эффективных Win32-приложений с учетом специфики 64-разрядной версии. 4-е изд. – СПб: Питер, 2001. – 752 с.

7. Чан Т. Системное программирование на C++ для UNIX. – К.: Издательская группа BHV, 1997. – 592 с.

8. Вильямс А. Системное программирование в Windows 2000 для профессионалов. – СПб: Питер, 2001. – 624 с.

Допоміжна

1. Краковяк С. Основы организации и функционирования ОС ЭВМ: Пер. с франц. – М.: Мир, 1988. – 480 с., ил.

2. Митчел М., Оулдем Дж., Самюэл А. Программирование для Linux. Профессиональный подход. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2002. – 288 с.

3. Петцольд Ч. Программирование с использованием Microsoft Windows Forms. Мастер-класс. – М.: Русская редакция; СПб.: Питер, 2006. – 432 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Microsoft Developer Network [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.microsoft.com/

2. Архитектура комп'ютера [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://inf1.info/book/export/html/44

3. Вікіпедія – вільна енциклопедія [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www. ru.wikipedia.org/

4. Википедия – свободная энциклопедия [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www. ru.wikipedia.org/

5. Wikipedia [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www. wikipedia.org/

6. Timus Online Judge – архив задач с проверяющей системой [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://acm.timus.ru

7. Сервис онлайн-тестирования Quizful [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://www.quizful.net/

8. Центр тестирования Brainbench [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: http://http://www.brainbench.com/

9. Программирование на ассемблере для начинающих и не только [Электрон. ресурс]. – http://asmworld.ru/files/.