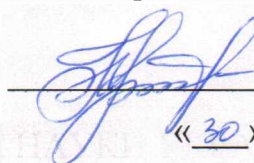


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра «Технології виробництва авіаційних двигунів» (№ 204)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Керівник проектної групи

 Ю. О. Невешкін.
«30» 08 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Програмування систем реального часу
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність 151 «Автоматизація та компютерно-інтегровані технології»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма «Компютерні технології проектування та виробництва»
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Робоча програма Програмування систем реального часу
(назва дисципліни)

для студентів за спеціальністю

151 «Автоматизація та компютерно-інтегровані технології»

освітньою програмою Компютерні технології проектування та виробництва

«05» липня 2021 р., – 11 с.

Розробник: Сорокін В.Ф., професор кафедри 204, д.т.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, наукова ступень та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри

Технологій виробництва авіаційних двигунів

(назва кафедри)

Протокол № 10 від “07” липня 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

А.І. Долматов

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
		Денна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування	(за вибором)
Модулів – 2		Рік підготовки:
Змістових модулів – 2		2021/2021
Індивідуальне завдання (тема РР): «Розробка мовою C ++ програми, що забезпечує роботу обчислювального алгоритму за мінімальний час»)	Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології	Семестр
		7-й
		Лекції
		32 год.
Загальна кількість годин – 120 64*/120	Освітня програма Комп'ютерні технології проектування та виробництва	Практичні
		–
		Лабораторні
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 3.5	Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)	32 год.
		Самостійна робота
		56 год.
		Вид контролю
		модульний контроль залік

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить для денної форми навчання – 64/56.

Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою навчальної дисципліни є: засвоєння основних понять систем реального часу, принципів функціонування операційних систем реального часу і особливості розробки додатків для них, застосування на практиці для програмування систем керування верстатами з ЧПК.

Завдання дисципліни полягає в вивченні методів і прийомів програмування, що забезпечують роботу обчислювальних алгоритмів за мінімальний час.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких компетентностей:

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі автоматизації та приладобудування або у процесі навчання, що передбачає застосування методів і принципів автоматизації управління комп'ютерно-інтегрованими технологічними процесами та виробництвами.

Загальні компетентності (ЗК):

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК8. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
- ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.
- ЗК11. Здатність розробляти та управляти проектами.
- ЗК12. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК13. Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

Фахові компетентності (ФК) :

ФК1. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для аналізу і синтезу систем автоматизації.

ФК4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ФК6. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

ФК7. Здатність обґрунтовувати вибір технічної структури та вміти розробляти прикладне програмне забезпечення для мікропроцесорних систем керування на базі локальних засобів автоматизації, промислових логічних контролерів та програмованих логічних матриць і сигнальних процесорів.

ФК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

ФК11. Готовність до прийняття організаційно-керівних рішень в умовах різних думок та оцінки наслідків прийнятих рішень.

Програмні результати навчання:

ПРН3. Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування

ПРН4. Розуміти суть процесів, що відбуваються в об'єктах автоматизації та вміти проводити їх аналіз і обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та схем керування ними на основі результатів дослідження їх властивостей.

ПРН7. Вміти застосовувати сучасні методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ПРН8. Вміти створювати високонадійні системи автоматизації на основі сучасних положень теорії надійності, функціональної безпеки програмних та технічних засобів, аналізу та зменшення ризиків в складних системах.

ПРН9. Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій

ПРН11. Вміти проектувати та налагоджувати спеціальні вимірювальні та керуючі системи з урахуванням властивостей виробничо-технологічних комплексів.

ПРН12. Вміти застосовувати системний підхід для врахування нетехнічних (економічних, правових, соціальних, екологічних і ін.) складових оцінки об'єктів автоматизації при проведенні робіт з впровадження систем керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ПРН13. Вміти розробляти функціональну, технічну та інформаційну структуру комп'ютерно-інтегрованих систем управління складними технологічними процесами та виробництвом.

ПРН15. Вміти виявляти, локалізувати та виправляти помилки в роботі програмних та апаратних засобів автоматичного та автоматизованого управління.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Об'єкти й механізми роботи систем реального часу

Тема 1. Основні визначення та області застосування систем реального часу.

Вступ. Зміст, суть і завдання цієї дисципліни та її зв'язок з іншими дисциплінами. Поняття системи реального часу. Системи жорсткого і м'якого реального часу. Основні відмінності між ними. Основні властивості та області застосування СРЧ. Вимоги до систем реального часу. Час реакції на події. Час переключення контексту. Устаткування, на якому працюють СРЧ.

Тема 2. Архітектура систем реального часу.

Монолітна архітектура. Модульна архітектура. Архітектура «клієнт-сервер» (мікроядро). Змішана архітектура.

Тема 3. Багатозадачність в системах реального часу.

Поняття та призначення багатозадачності. Багатозадачність на однопроцесорному і багатопроцесорному комп'ютері. Системи з симетричною і асиметричною багатопроцесорної обробкою. Засоби систем реального часу для підтримання багатозадачності.

Тема 4. Процеси, потоки і задачі в системах реального часу.

Поняття і структура процесу. Потік, як засіб розпаралелювання обчислень. Переваги і недоліки використання потоків у СРЧ. Реалізація потоків у просторі користувача і ядра. Властивості задач. Поняття пріоритету, дескриптора і контексту задачі. Стан задачі. Активна, готова і блокована задача. Багаторазовий запуск і повторна входимість.

Тема 5. Управління задачами в системах реального часу.

Планування і диспетчеризація. Алгоритми планування. Поняття статичного і динамічного планування. Витісняючі і невитісняючі алгоритми планування. Алгоритми планування, засновані на квантуванні. Витісняючі алгоритми планування на основі квантування. Алгоритми планування, засновані на пріоритетах. Системи з абсолютними і відносними пріоритетами. Змішані алгоритми планування.

Модульний контроль.

Змістовий модуль 2. Особливості функціонування систем реального часу.

Тема 6. Взаємодія процесів.

Взаємодіючі процеси. Категорії засобів обміну інформацією: сигнальні, каналні, колективна пам'ять. Характеристики засобів обміну інформацією. Адресація. Проблеми синхронізації. Гонки. Тупики. Критична секція програми. Засоби синхронізації. Критичні секції. Події. Семафори. Монітори. Повідомлення. Еквівалентність семафорів, моніторів і повідомлень.

Тема 7. Переривання.

Поняття переривань. Типи переривань: апаратні, програмні. Механізм переривань. Час реакції. Пріоритет переривання. Глибина переривання. Обслуговування переривань. Визначення обробника переривань.

Тема 8. Стандарти систем реального часу.

Стандарт POSIX. Стандарт 1003.1a (OS Definition). Стандарт 1003.1b (Realtime Extensions). Стандарт 1003.1c (Threads). Стандарт DO-178B. Стандарт ARINC-653. Стандарт OSEK. Стандарт SCEPTRE. Стандарти TCSEC, ISO/IEC 15408. Російські стандарти ГОСТ.

Тема 9. Планування задач.

Параметри задач. Статичне планування. Динамічне планування з динамічними пріоритетами. Динамічне планування зі статичними пріоритетами.

Тема 10. Стислий огляд розповсюджених систем реального часу.

Системи Self-Hosted і Host/Target. Системи CHORUS, LynxOS, OS-9, pSOSsystem (pSOS), RTC, VRTX, VxWorks. Спеціалізовані системи реального часу. Системи на основі Linux. Системи на основі Windows. Оперативна система реального часу QNX.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Об'єкти й механізми роботи систем реального часу					
Тема 1. Основні визначення та області застосування систем реального часу.	6	2	–	–	4
Тема 2. Архітектура систем реального часу.	12	2	–	4	6
Тема 3. Багатозадачність в системах реального часу	14	4	–	4	6
Тема 4. Процеси, потоки і задачі в системах реального часу.	14	4	–	4	6
Тема 5. Управління задачами в системах реального часу	14	4	–	4	6
Разом за змістовим модулем 1	60	16	–	16	28
Модуль 2					
Змістовний модуль 2. Особливості функціонування систем реального часу					
Тема 6. Взаємодія процесів.	14	4	–	4	6
Тема 7. Прерывания.	14	4	–	4	6
Тема 8. Стандарти систем реального часу.	14	4	–	4	6
Тема 9. Планування задач.	8	2	–	2	4
Тема 10. Стислий огляд розповсюджених систем реального часу.	10	2	–	2	6
Разом за змістовим модулем 2	60	16	–	16	28
Усього годин	120	32	–	32	56

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Побудова схеми СРЧ монолітної та модульної архітектури (Тема 2).	4
2	Багатозадачність на двохпроцесорній системі керування верстатом (Тема 3).	4
3	Управління потоками і задачами на двохпроцесорній системі керування верстатом (Тема 4).	4
4	Розробка витісняючого і невитісняючого алгоритму планування (Тема 5).	4
5	Вивчення операторів і прийомів програмування, що забезпечує роботу обчислювального алгоритму за мінімальний час (Тема 6).	4
6	Вивчення методів програмування на мові C++, що забезпечує формування преривань (Тема 7).	4
7	Сканування учбової деталі на 3D-сканері. (Тема 8).	4
8	Постобробка сканованої моделі і розробка 3D-моделі учбової деталі для вирощування на 3D-принтері (Тема 9).	2
9	Вирощування учбової деталі на 3D-принтері (Тема 10).	2
Разом		32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Час реакції на події. Час переключення контексту (Тема 1).	4
2	Змішана архітектура (Тема 2).	4
3	Засоби СРЧ для підтримання багатозадачності (Тема 3).	4
4	Багаторазовий запуск і повторна входимість (Тема 4).	4
5	Змішані алгоритми планування (Тема 5).	4
6	Еквівалентність семафорів, моніторів і повідомлень (Тема 6).	4
7	Обслуговування переривань (Тема 7).	4
8	Стандарти TCSEC, ISO/IEC 15408 (Тема 8).	4
9	Динамічне планування зі статичними пріоритетами (Тема 9).	4
10	Оперативна система реального часу QNX (Тема 9).	4
11	Виконання РР	16
Разом		56

9. Індивідуальні завдання

Розрахункова робота на тему

«Розробка програми, що забезпечує роботу обчислювального алгоритму за мінімальний час»:

1. Розробка мовою C ++ програми по заданому обчислювальному алгоритму.
2. Оцінка часу роботи програми.
3. Визначення та реалізація способів зменшення часу роботи програми.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекційних, лабораторних і практичних занять, індивідуальних та групових консультацій, самостійна робота студентів з науково-технічною інформацією, методичними посібниками кафедри, тощо.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних заняттях та консультаціях, письмового модульного контролю, підсумкового контролю 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 лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	10...15	1	10...15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	10...15	1	10...15
Виконання і захист РГР (РР, РК)	16...20	1	16...20
Усього за семестр			60...100

Семестровий контроль (залік) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку.

Під час складання семестрового іспиту/заліку студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для заліку складається з чотирьох запитань (перше запитання теоретичне – 25 балів; друге запитання теоретичне – 25 балів; третє запитання практичне – 25 балів; четверте запитання практичне – 25 балів).

12.2. Якісні критерії оцінювання

В результаті вивчення даної дисципліни студенти повинні

знати:

- поняття і визначення системи реального часу;
- основні властивості та області застосування систем реального часу;
- вимоги до систем реального часу;
- архітектуру систем реального часу;
- основи багатозадачності в системах реального часу;
- основи планування і диспетчеризації;
- основи взаємодії процесів;

вміти:

- будувати схеми СРЧ монолітної та модульної архітектури;
- будувати схеми управління потоками і задачами;
- розробляти витісняючі й невитісняючі алгоритми планування;
- при програмуванні застосовувати оператори з мінімальними витратами часу;
- програмувати переривання;
- сканувати деталі на 3D-сканері;
- розробляти 3D-моделі для вирощування на 3D-принтері;
- вирощувати деталі на 3D-принтері;

мати уявлення про:

- час реакції на події. Час переключення контексту;
- засобах систем реального часу для підтримання багатозадачності;
- багаторазовий запуск і повторну входимість;
- змішані алгоритми планування;
- еквівалентність семафорів, моніторів і повідомлень.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Захистити всі індивідуальні завдання та здати тестування. Знати поняття і визначення математичного моделювання, основні властивості математичних моделей, класифікацію математических моделей, основи регресійного і кореляційного аналізу, основи теорії множин, основи теорії графів, принцип и способи побудови моделей в адитивних технологіях. Уміти будувати функції парної регресії за експериментальними даними, графічно представляти результати регресійного аналізу, оцінювати точність моделі регресії, вирішувати прості логічні завдання за допомогою операцій теорії множин, визначати найкоротший шлях в простому орієнтованому зваженому графі.

Добре (75-89). Твердо знати мінімум, захистити всі індивідуальні завдання, виконати всі КР, здати тестування та поза аудиторну самостійну роботу. Знати основи геометричного моделювання. Уміти: розраховувати коефіцієнт і індекс кореляції, оцінювати статистичну значущість коефіцієнта та індексу кореляції, будувати довірчий інтервал для лінійного коефіцієнта парної кореляції, вирішувати систему лінійних рівнянь за допомогою матриць, вирішувати складні логічні завдання за допомо-

гою операцій теорії множин, визначати найкоротший шлях в складному орієнтованому зваженому графі. Розв'язувати задачі математичного моделювання прикладного характеру.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні. Мати уявлення про: моделювання в умовах невизначеності, множинний регресійний і кореляційні аналіз, математичний апарат геометричного моделювання кривих і поверхонь. Уміти будувати геометричні моделі складних кривих і поверхонь.

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

http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_001D3_Programuvannya.pdf

14. Рекомендована література

Базова

1. Real-Time Systems: Modeling, Design and Applications / Editors: D. Ionescu and A. Cornell. – Amast series in computing: Vol 8, 2007. – 480 p.
2. Williams, R. Real-Time Systems Development / Rob Williams. – Elsevier, 2006. – 455 p.

Допоміжна

3. Системы реального времени : конспект лекций / Владим. гос. ун-т ; сост. А. С. Голубев. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2010. – 127 с.
4. Богачев, К. Ю. Операционные системы реального времени: материалы лекций / К. Ю. Богачев. – М.: МГУ, 2000. – 100 с.
5. Программирование для вычислительных систем реального времени / Дж. Мартин. Пер. с англ. В. П. Семино, под ред. Д. Ю. Панова. – Изд-во «Наука», 1975. – 360 с.
6. Финогенов, К. Г. Программирование измерительных систем реального времени / К. Г. Финогенов. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 256 с.
7. Галатенко, В. А. Мобильное программирование приложений реального времени в стандарте POSIX / В. А. Галатенко – М.: Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ", 2016. – 480 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Мережа Internet.
2. <http://library.khai.edu>