

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З КУРСУ
“ОСНОВИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ”

Розглянуто на засіданні кафедри
“Металорізальні верстати
та інструменти”
Протокол № 8 від 28.01.2004 р.

Затверджено на засіданні
навчально-видавничої
ради ДонНТУ
Протокол № 11 від 01.03.2004 р.

УДК 658.512.011

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з курсу “Основи автоматизованого проектування”/ Укл.: В.В.Полтавець. – Донецьк: ДонНТУ, 2004. – 16 с.

В методичних вказівках приведені навчальна програма курсу “Основи автоматизованого проектування”, опис структури і змісту контрольної роботи з курсу та докладні рекомендації щодо виконання її розділів, індивідуальні завдання на контрольну роботу, а також необхідні додатки: форма титульного аркуша роботи та приклад оформлення програмної частини роботи.

Призначені для підготовки бакалаврів спеціальностей 6.090203 “Металорізальні верстати та системи” і 6.090204 “Інструментальне виробництво” всіх форм навчання.

Укладач:

В.В.Полтавець, доц.

Відповідальний за випуск:

П.Г.Матюха, проф.,
зав. кафедри МВерстати

Рецензент:

І.О.Горобець, проф.

ЗМІСТ

1	Програма курсу “Основи автоматизованого проектування”	4
1.1	Мета та задачі курсу	4
1.2	Зміст курсу	4
2	Зміст контрольної роботи і методичні рекомендації щодо її виконання	6
2.1	Загальні положення	6
2.2	Зміст і вимоги до пояснювальної записки	7
2.3	Зміст і вимоги до програмної частини	10
3	Завдання на контрольну роботу	11
	Додаток А Оформлення титульного аркуша контрольної роботи	13
	Додаток Б Приклад лістингу програми рішення конструкторської задачі проектування	14

1 ПРОГРАМА КУРСУ “ОСНОВИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ”

1.1 Мета та задачі курсу

Мета курсу – навчити студентів методам аналізу та синтезу технічних об’єктів на базі принципів системного підходу, дати можливість засвоїти методи і засоби вирішення типових проектних задач та виконання типових проектних операцій, які здійснюються в сучасних системах автоматизованого проектування (САПР).

Для досягнення поставленої мети передбачається вирішення наступних задач:

- вивчити основні положення інженерного проектування та загальні поняття теорії систем;
- вивчити структуру процесу проектування та його стадії;
- засвоїти класифікацію моделей технічних об’єктів, які використовуються в автоматизованому проектуванні;
- вивчити структуру та класифікацію сучасних САПР;
- вивчити основи математичного забезпечення аналізу проектних рішень та підсистем машинної графіки і геометричного моделювання;
- вивчити основні методи і принципи вирішення задач конструкторського проектування.

В результаті вивчення курсу студент повинен *знати*:

- основні поняття теорії систем, структуру та стадії процесу проектування;
- математичні моделі та методи, використовувані в сучасних САПР.

На базі вивчення курсу студент повинен *вміти*:

- складати компонентні і топологічні рівняння моделей технічних об’єктів;
- визначати математичні засоби та методи вирішення задач конструкторського проектування.

1.2 Зміст курсу

1.2.1 Системний підхід до проектування.

Поняття інженерного проектування. Принципи системного підходу. Різновиди підходів до проектування.

Основні поняття теорії систем: система, елемент, складна система, підсистема, надсистема, структура, параметр (зовнішній, внутрішній, вихідний), фазова перемінна, стан системи, поведження системи (динаміка системи), простір станів, вектор перемінних стану, фазова траєкторія.

Характеристики систем. Складові частини і задачі системотехніки.

1.2.2 Структура процесу проектування.

Ієрархічні рівні проектування. Стилї проектування або напрямки проектування. Аспекти опису об'єктів проектування.

Стадії процесу проектування. Зовнішнє проектування. Внутрішнє проектування.

Зміст технічного завдання на проектування.

Класифікація моделей, використовуваних в автоматизованому проектуванні (за формою представлення; за ознакою приналежності визначеному ієрархічному рівню; за ступенем опису внутрішніх процесів в об'єкті; за ступенем використання параметру часу; в залежності від урахування випадкових факторів; за видом фазових перемінних).

Класифікація типових проектних процедур.

1.2.3 Структура і класифікація САПР.

Структура САПР. Функціональна структура САПР. Проектні підсистеми. Обслуговуючі підсистеми.

Види забезпечення САПР.

Класифікація САПР (за областю застосування; за цільовим призначенням; за масштабами і комплексністю задач, що розв'язуються; за характером базової підсистеми).

Функціональний поділ і характеристики САПР у машинобудуванні.

Поняття про CALS-технологію. Віртуальне виробництво. Комплексні автоматизовані системи.

1.2.4 Математичне забезпечення аналізу проектних рішень.

Математичний апарат, що застосовується в моделях різних ієрархічних рівнів. Склад і вид компонентів математичного апарату. Розподілені і зосереджені моделі.

Загальні вимоги до математичних моделей і методів.

Вихідні рівняння математичних моделей на макрорівні проектування. Компонентні і топологічні рівняння. Типи фазових перемінних.

Приклади компонентних і топологічних рівнянь (електричні, механічні і гідравлічні системи).

Складання еквівалентних схем механічних об'єктів.

1.2.5 Математичне забезпечення підсистем машинної графіки і геометричного моделювання.

Операції обробки даних у підсистемах машинної графіки і геометричного моделювання. Двовимірне і тривимірне моделювання.

Класифікація геометричних моделей тривимірних об'єктів. Методи побудови моделей геометричних об'єктів. Форми представлення моделей геометричних об'єктів в ЕОМ.

Опис геометричних об'єктів 1-го рівня, які аналітично не описуються (АНГО 1-го рівня).

Вимоги до методів опису кривих та поверхонь, що аналітично не описуються.

Апроксимація кривих за допомогою поліномів. Параметричний опис кривої у формі Фергюсона. Визначення кубічних сплайн-функцій. Представлення просторової кривої по Ерміту. Представлення кривої по Без'є. Представлення кривої за допомогою *B*-сплайнів.

Опис геометричних об'єктів 2-го рівня, які аналітично не описуються (АНГО 2-го рівня).

Опис поверхні по Фергюсону. Опис поверхні методом Кунса. Опис поверхні по Без'є. Опис поверхні методом *B*-сплайнів.

1.2.6 Автоматизація конструкторського проектування.

Класифікація задач конструкторського проектування.

Задачі геометричного проектування. Задача геометричного синтезу. Задача геометричного моделювання. Задача оформлення конструкторської документації.

Задачі топологічного проектування. Задача топологічного синтезу. Задача топологічного аналізу.

Математичні моделі задач топологічного проектування. Метод проб і помилок. Евристичні прийоми. Алгоритм рішення задачі компонування на прикладі компонування агрегатного верстата. Метод рішення задачі розбивки з використанням теорії графів. Класифікація алгоритмів топологічного синтезу.

2 ЗМІСТ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ І МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЇЇ ВИКОНАННЯ

2.1 Загальні положення

Контрольна робота з курсу “Основи автоматизованого проектування” виконується у встановлений навчальним планом термін. Виконана робота подається на кафедру для перевірки викладачем і зраховується після її відкритого захисту студентом тільки за наступних умов:

- правильне вирішення задачі проектування;
- виконання всіх вказаних нижче вимог до змісту і оформлення роботи;
- вільне володіння методикою, обраною для вирішення задачі проектування, та повне орієнтування у створеній блок-схемі та тексті розробленої програми;
- відповідність між результатами автоматизованого виконання програми та розрахунку вручну за обраною методикою (припустиме незначне розходження внаслідок округлення розрахункових даних).

Незрахована робота повертається студенту для її переробки, після чого вона підлягає повторному захисту.

Контрольна робота складається з двох частин: текстової (пояснювальної записки) та програмної.

2.2 Зміст і вимоги до пояснювальної записки

Пояснювальна записка оформляється на аркушах формату А4 або в окремому зошиті відповідно до загальних вимог до оформлення контрольних робіт (оформлення титульного аркуша див. в додатку А до методичних вказівок) і повинна містити наступні розділи:

2.2.1 Розробка технічного завдання на проектування.

1. Призначення об'єкта проектування.

Описати область застосування об'єкту, що розраховується (обирається): з'єднання, передачі, пристрою, деталі та ін.

Наприклад, область застосування пристрою може включати: галузь машинобудування або область техніки, типи машин і вузлів, види рухів або енергії, що передаються, і т. ін.

2. Область припустимих значень зовнішніх параметрів об'єкта проектування.

Вказати ознаки, за якими проєктований об'єкт (об'єкт, що розраховується або обирається) може бути виділений із усієї групи йому подібних.

Визначити діапазони зміни зовнішніх параметрів об'єкта і привести обґрунтування обраних границь діапазонів. Наприклад, для з'єднань необхідно установити діапазон розмірів елементів, що з'єднуються, діапазон переданих зусиль (крутних моментів), перелік типів або марок матеріалів елементів і т.д. Для муфт необхідно вказати діапазон діаметрів валів, що з'єднуються, граничні значення крутних моментів, що передаються, і т.п.

Якщо для наступної роботи з об'єктом область умов його експлуатації зменшується в порівнянні з приведеною в технічній літературі, обов'язково привести причини, за якими виконане звуження області припустимих значень зовнішніх параметрів.

При необхідності визначити область припустимих значень внутрішніх параметрів об'єкта. Наприклад, внутрішніми параметрами є межі міцності і модулі пружності матеріалів елементів з'єднань, коефіцієнти тертя фрикційних тіл у передачах і муфтах і т.д.

3. Вимоги до вихідних параметрів об'єкта проектування.

Сформулювати умови працездатності об'єкта проектування: або якісно, або (переважніше) у вигляді нерівностей.

Визначити перелік найменувань величин, що розраховуються, або критеріїв для вибору об'єкта.

Використовуючи умови працездатності об'єкта проектування та складений перелік величин, що розраховуються або використовуються для вибору, сформулювати мету роботи і дати постановку задачі проектування.

2.2.2 Вибір методики вирішення задачі проектування.

1. Аналіз існуючих методик вирішення задачі.

За результатами роботи зі спеціальною і довідковою літературою виконати аналіз 2-х – 3-х різних методик рішення задачі. Коротко викласти їх сутність, привести чи визначити достоїнства і недоліки, вказати області використання та оцінити можливість автоматизації.

Визначити методика, яка буде використовуватися при автоматизованому вирішенні задачі проектування. Обов'язково вказати причини, за якими обрана саме ця методика.

2. Опис методики вирішення задачі проектування.

Викласти обрану методика вирішення задачі з необхідним для її повного розуміння ступенем повноти і детальності викладу (не менш 2-3 сторінок).

Привести основні розрахункові формули і пояснити зміст величин, які входять в ці формули.

2.2.3 Викладення алгоритму вирішення задачі.

1. Алгоритм вирішення задачі в текстовій формі.

Використовуючи складений раніше опис методики вирішення задачі, представити алгоритм вирішення задачі у виді послідовності дій (плану розрахунку, порядку вибору і т.п.), записаних у словесній формі. При необхідності повторно вказувати розрахункові формули допускається давати посилання на попередній пункт (див. п. 2.2.2).

Особливу увагу треба приділити точкам розгалуження алгоритму, а також місцям в алгоритмі, де задача або її часткові підзадачі вирішуються ітераційним методом.

2. Алгоритм вирішення задачі в графічній формі.

Представити алгоритм вирішення задачі у вигляді блок-схеми. Ступінь розвинутості складеної блок-схеми вибрати самостійно за умови, що вона повинна давати можливість повного розуміння ходу рішення задачі (не більше 4-5 сторінок).

Якщо в блок-схемі використовуються умовні позначки величин, процедур і блоків, привести необхідні пояснення і коментарі.

У даному пункті допускається за узгодженням з викладачем для графічного зображення алгоритму використовувати інші форми представлення, передбачені діючими стандартами.

2.2.4 Розробка програми вирішення задачі.

1. Контрольний розрахунок за обраним алгоритмом.

Указати перелік найменувань і значень вихідних даних, початкових умов і технічних обмежень, по яких будуть виконані розрахунки з використанням складеного алгоритму вирішення задачі (відповідно до п. 2.2.3).

Виконати вручну всі розрахунки для приведених вище значень вихідних даних, привести усі використовувані формули з підставленими в них значеннями і результати розрахунків із вказаними розмірностями отриманих величин.

Якщо методика вирішення задачі передбачає вибір типу, виду чи типу-розміру структури з декількох варіантів, привести повне обґрунтування обраного варіанта.

2. Перелік ідентифікаторів розробленої програми.

У цьому пункті необхідно перелічити всі нестандартні ідентифікатори (імена модулів, перемінних, констант, типів, процедур, функцій і т.п.), викорис-

тані в розробленій програмі, і привести докладні коментарі, що пояснюють, для чого вони були використані. Не приводяться в списку тільки ідентифікатори, які входять у стандартні модулі і процедури мови Турбо-Паскаль.

Допускається не описувати нестандартні ідентифікатори, якщо використовуються загальноприйняті позначення величин; наприклад, d – діаметр, m – модуль, p – крок різьби, Ra – параметр шорсткості і т.д. Звернути увагу на те, щоб були описані ідентифікатори, які складаються з декількох символів; наприклад, fi – кут тертя, mi – коефіцієнт тертя, ro – щільність матеріалу, $Marka$ – марка матеріалу, $TipRem$ – тип ременя і т. ін.

Не рекомендується застосовувати ідентифікатори, що не мають чітко вираженого мнемонічного змісту; наприклад, $k3$, $r8$, $x31$, $Pi4$, процедура $Proc1$, функція $Function14$ і т.п.

2.2.5 Висновки (розділ не нумерується).

У висновках необхідно привести опис досягнутих при проектуванні результатів, перелічити достоїнства розробленої програми, напрямки її подальшого удосконалювання і передбачувану розроблювачем область застосування.

2.2.6 Перелік посилань.

Привести оформлений відповідно до вимог стандартів повний перелік використаних у роботі літературних джерел: підручників, довідників, монографій, статей у збірниках і журналах, стандартів, нормативів, керівних технічних матеріалів (КТМ), технічних умов (ТУ) і т.п.

На всі наявні в переліку джерела обов'язково повинні бути посилання в тексті пояснювальної записки. Без переліку використаних джерел контрольна робота на перевірку не приймається.

2.2.7 Додатки (обов'язкові).

1. Додаток А. Текст програми.

Включає надрукований на принтері текст розробленої програми мовою програмування (вихідний текст програми), а також тексти всіх нестандартних модулів, використовуваних у програмі (якщо вони є).

Примітка. Текст програми повинен відповідати встановленим вимогам (приклад оформлення лістингу програми див. в додатку А до методичних вказівок).

2. Додаток Б. Контрольний приклад результатів роботи програми.

Містить надруковану на принтері роздруковку текстового файлу, в який виведені чітко структуровані результати роботи програми.

Структуризація має на увазі явне (з відповідними заголовками) виділення по меншій мірі 3-х основних розділів:

1. Найменування програми і ціль її роботи.

2. Перелік найменувань і значень вихідних даних для роботи програми.

Примітка. Вихідні дані повинні мати ті ж значення, що й у контрольному розрахунку за обраним алгоритмом (див. п. 2.2.4).

3. Власне результати розрахунку, вибору або інші результати роботи програми.

Примітка. Результати роботи програми та їх представлення повинні відповідати діючим стандартам.

Пояснювальна записка до контрольної роботи може містити й інші розділи і додатки, необхідні для поліпшення сприйняття і розуміння методики й алгоритму вирішення задачі.

2.3 Зміст і вимоги до програмної частини

Програма вирішення задачі проектування повинна бути написана на мові програмування Турбо-Паскаль. Використання інших мов програмування та програмних засобів допускається тільки після узгодження з викладачем.

Програмна частина записується на дискету розміром 3,5", яка додається до пояснювальної записки. Дискета повинна містити:

1. Файл із вихідним текстом програми мовою програмування.
Шаблон імені файлу – прізвище (до 8-ми символів).pas.
2. Виконуваний файл програми, скомпільований для виконання в середовищі DOS.
Шаблон імені файлу – прізвище (до 8-ми символів).exe.
3. Файл типу TEXT (в мові Турбо-Паскаль), який містить результати роботи програми, оформлені відповідно до вимог до додатку Б (див. п. 2.2.7).
Шаблон імені файлу – прізвище (до 8-ми символів).res.
Примітка. У додатку А приводиться роздруківка змісту цього файлу.
4. Файли, які містять вихідні тексти використаних у програмі нестандартних модулів (при необхідності); файли мають розширення імені – *.pas.
5. Скомпільовані для використання при виконанні програми в інтегрованому середовищі Турбо-Паскаль файли з нестандартними модулями (розширення імені файлу – *.tpr).
Примітка. Використання в програмі нестандартних модулів, які дублюють стандартні засоби мови Турбо-Паскаль, слід уникати.

Програмна частина контрольної роботи може містити й інші файли, необхідні для успішного вирішення задачі проектування і забезпечення працездатності програми.

3 ЗАВДАННЯ НА КОНТРОЛЬНУ РОБОТУ

Номер варіанту теми контрольної роботи обирається за двома останніми цифрами номеру залікової книжки. За номером варіанту визначається формулювання задачі проектування (табл. 1).

Таблиця 1 – Теми завдань для контрольної роботи

№ з/п	Номер варіанту	Формулювання задачі проектування
		<i>Загальна тема: Розрахунок з'єднань деталей з натягом</i>
1	1, 51	Розрахунок натягів у з'єднанні циліндричних деталей
2	2, 52	Вибір посадки з натягом і необхідного зусилля запресовування
		<i>Загальна тема: Розрахунок клинових і штифтових з'єднань</i>
3	3, 53	Розрахунок клинових з'єднань
4	4, 54	Розрахунок штифтових з'єднань
		<i>Загальна тема: Розрахунок різьбових з'єднань</i>
5	5, 55	Визначення сил, які діють на один болт, у з'єднаннях з декількома болтами
6	6, 56	Розрахунок стрижня болта при постійних навантаженнях
7	7, 57	Розрахунок стрижня болта, навантаженого осьовою силою після затягування
8	8, 58	Розрахунок стрижня болта при перемінних навантаженнях
9	9, 59	Визначення довжини згвинчування та обертаючого моменту в різьбових з'єднаннях
10	10, 60	Розрахунок болтового з'єднання плит і станин з фундаментом
		<i>Загальна тема: Розрахунок фрикційних передач</i>
11	11, 61	Визначення сил притиснення фрикційних тіл і навантажень на вали
12	12, 62	Розрахунок циліндричної фрикційної передачі
13	13, 63	Розрахунок конічної фрикційної передачі
		<i>Загальна тема: Розрахунок передач гвинт-гайка</i>
14	14, 64	Розрахунок передачі гвинт-гайка з тертям ковзання
15	15, 65	Розрахунок гвинтів на стійкість
16	16, 66	Розрахунок параметрів гайки гвинтового домкрата
17	17, 67	Розрахунок передачі гвинт-гайка котіння
		<i>Загальна тема: Розрахунок ланцюгових передач</i>
18	18, 68	Вибір типу і параметрів приводних ланцюгів
19	19, 69	Вибір типу і параметрів вантажних ланцюгів
20	20, 70	Вибір типу і параметрів тягових ланцюгів
21	21, 71	Розрахунок зубчастої ланцюгової передачі
22	22, 72	Розрахунок втулочно-роликової ланцюгової передачі

Продовження табл. 1

		<i>Загальна тема: Розрахунок пасових передач</i>
23	23, 73	Вибір типу паса і розрахунок плоскопасової передачі
24	24, 74	Вибір типу і профілю паса клинопасової передачі, визначення діаметрів шківів
25	25, 75	Вибір типу паса і розрахунок круглопасової передачі

		<i>Загальна тема: Вибір і розрахунок муфт</i>
26	26, 76	Вибір і перевірочний розрахунок фланцевих муфт
27	27, 77	Вибір і перевірочний розрахунок кулачково-дискових муфт
28	28, 78	Вибір і перевірочний розрахунок зубчастих муфт типу МЗ
29	29, 79	Вибір і перевірочний розрахунок пружних втулочно-пальцевих муфт
30	30, 80	Вибір і перевірочний розрахунок пружних муфт із тороподібною оболонкою
31	31, 81	Вибір і перевірочний розрахунок кулачкових муфт
32	32, 82	Вибір і перевірочний розрахунок однодискових фрикційних муфт
33	33, 83	Вибір і перевірочний розрахунок багатодискових фрикційних муфт
34	34, 84	Вибір і розрахунок параметрів запобіжних муфт, які не руйнуються
		<i>Загальна тема: Розрахунок пружин</i>
35	35, 85	Розрахунок спіральних пружин стиску-розтягання з витками круглого перетину
36	36, 86	Розрахунок спіральних пружин стиску-розтягання з витками прямокутного перетину
37	37, 87	Розрахунок складених (концентричних) пружин стиску
38	38, 88	Розрахунок циліндричних пружин крутіння
39	39, 89	Розрахунок плоских спіральних пружин
40	40, 90	Розрахунок кільцевих пружин
41	41, 91	Вибір і розрахунок тарілчастих пружин
42	42, 92	Розрахунок гумових пружних елементів
		<i>Загальна тема: Розрахунок нероз'ємних з'єднань</i>
43	43, 93	Розрахунок зварних стикових з'єднань
44	44, 94	Розрахунок зварних нахльосткових з'єднань
45	45, 95	Розрахунок зварних кутових і таврових з'єднань
46	46, 96	Розрахунок зварних з'єднань при перемінних навантаженнях
47	47, 97	Розрахунок паяних з'єднань
48	48, 98	Розрахунок клейових з'єднань
49	49, 99	Розрахунок заклепувальних з'єднань при симетричному навантаженні
50	50, 00	Розрахунок заклепувальних з'єднань при несиметричному навантаженні

Додаток А
Оформлення титульного аркуша контрольної роботи
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний технічний університет
Механічний факультет
Кафедра “Металорізальні верстати
та інструменти”

КОНТРОЛЬНА РОБОТА

з курсу “Основи автоматизованого проектування”

РІШЕННЯ ЧАСТКОВОЇ ЗАДАЧІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

на тему: _____

№ залікової книжки: _____

Виконав

студент групи _____

(П.І.Б)

Перевірив

доцент

Полтавець В.В.

Донецьк 20__

Додаток Б

Приклад лістингу програми рішення конструкторської задачі проектування

```
{*-----*}
{*      Донецкий национальный технический университет      *}
{*      Механический факультет                            *}
{*      Кафедра "Металлорежущие станки и инструменты"     *}
{*-----*}
{*      *}
{*      *}
{*      Программа к контрольной работе по курсу           *}
{*      "Основы автоматизации проектирования"             *}
{*      *}
{*-----*}
{*      *}
{*      Расчет параметров подшипников                      *}
{*      *}
{*-----*}
{*      *}
{*      Разработала студентка группы МС-98н Гореленкова С.А. *}
{*      *}
{*      весенний семестр      2001 г.                      *}
{*-----*}

PROGRAM Raschet_pametrov_podship;
Uses CRT;          {библиотечный модуль для работы с экраном}

{----- Раздел описания констант -----}
Const
    Temperature=1;    {температурный фактор}
    p=3;              {коэффициент вида подшипника}
    mu=2.4e-3;        {коэффициент трения}
    S0=1;             {требуемый статический фактор}

{----- Раздел описания типов -----}
Type
    str=string[5];    {тип для символьной переменной}

{----- Раздел описания переменных -----}
Var
    vid:char;         {вид нагрузки}
    L10, L110:real;   {долговечность, час}
    n:word;           {число оборотов/мин}
    Fr, Fa:real;      {сила радиальная и осевая, Н}
    Da, Df:real;      {диаметр подшипника внешний и внутренний, мм}
    B:real;           {ширина подшипника, мм}
    C_P:real;         {требуемый фактор}
    C, C1:real;       {корректируемый фактор}
    X, Y:real;        {радиальный и осевой факторы, Н}
    tipL10:str;       {тип долговечности}
    d, Pu:real;       {диаметр вала, мм, и нагрузка, Н}
    C0:real;          {динамическая грузоподъемность}
    m, Pp:real;       {масса и нагрузка}
    a1, a23:real;     {табличные коэффициенты}
    Mom:real;         {момент, Н мм}
    Gk:real;          {вязкость, г}
    f:text;           {файловая переменная}

{----- Раздел описания нестандартных процедур -----}
{-----}
Procedure DINAMISCHc_p(tip:str; L:real; Var C:real);
{      подпрограмма счета C/P при динамической нагрузке при
      различных типах долговечности      }
Begin
    If tip='L10h' then C_P:=exp(1/3.333*ln(L*60*n/1e6));
```

```

If tip='L10s' then C_P:=exp(1/3*ln(L*1000/pi/Dr))
                    else C_P:=exp(1/1.11*ln(L));
If Fr>Fa then C:=C_P*Fr      { IF- оператор проверки условия}
                    else C:=C_P*Fa;
End;

{-----}
Procedure STATISCHc_p(Var C:real);
{   подпрограмма счета C/P при статической нагрузке }
Begin
  C_P:=S0;
  If Fr>Fa then C:=C_P*Fr
                else C:=C_P*Fa;
End;

{-----}
Procedure DINAM_l10(tip:str;Var L:real);
{   подпрограмма счета долговечности при динамич.нагрузке}
Begin
If tip='L10h' then L:=exp(1/p*ln(C_P))*1e6/60/n;
  If tip='L10s' then L:=exp(1/p*ln(C_P))*pi*Dr/1000
                    else L:=exp(1/p*ln(C_P));
End;

{-----}
Procedure STAT_l10(tip:str;Var L:real);
{   подпрограмма счета долговечности при статич.нагрузке}
Begin
  If tip='L10h' then L:=exp(1/p*ln(C_P))*1e6/60/n;
  If tip='L10s' then L:=exp(1/p*ln(C_P))*pi*Dr/1000
                    else L:=exp(1/p*ln(C_P));
End;

{-----}
{   основной модуль программы   }
BEGIN
  Clrscr;      {процедура очистки экрана}
  assign(f,'Gorelen.res');{связь файловой переменной с именем файла на диске}
  rewrite(f);  {открытие файла для записи}
  Writeln('':5,'Ввод исходных данных:');
  writeln('':5,'-----');
  writeln;
  writeln('Выберите вид долговечности подшипника');
  writeln('это "L10h","L10s" или "L10" ?');
  readln(tipL10);
  write('Введите само значение долговечности=');
  readln(L10);
  write('Введите значение силы (N)Fr=');
  readln(Fr);
  write('Введите значение силы (N)Fa=');
  readln(Fa);
  write('Введите внутренний диаметр (mm)Dr=');
  readln(Dr);
  write('Введите число оборотов в минуту n=');
  readln(n);
  writeln('Какой вид нагрузки вас интересует');
  writeln('динамическая или статическая ? Введите "D" или "S"');
  readln(vid);
If (vid='D')or(vid='d') then DINAMISCHc_p(tipL10,L10,C);
{   вызов процедуры счета C при
    динамич. нагрузке   }
If (vid='S')or(vid='s') then STATISCHc_p(C);
{   вызов процедуры счета C при
    статической нагрузке   }

```

```

C1:=C/Temperature;
writeln;
writeln(' ПРОАНАЛИЗИРУЙТЕ  полученные результаты ');
writeln('Требуемое значение фактора C/P =',C_P:4:1);
writeln('C = ',C:9);
writeln('C1 = ',C1:9);
writeln('-----');
{      вывод результатов расчета во внешний файл      }
writeln(f,'      Расчет параметров подшипников');
writeln(f,'-----');
writeln(f,'Требуемое значение фактора C/P =',C_P:4:1);
writeln(f,'C = ',C:9);
writeln(f,'C1 = ',C1:9);
writeln(f,'-----');
a1:=1;
a23:=0.9;
writeln;
writeln('Для продолжения работы нажмите любую клавишу');
repeat until KeyPressed;
Clrscr;
writeln('      Введите новые данные:');
write('Диаметр вала, мм d = '); readln(d);
write('Внешний диаметр подшипника, мм Da = ');readln(Da);
write('Ширина подшипника, мм B = '); readln(B);
write('Нагрузка на вал, Н Pu = ');readln(Pu);
write('Динамическая грузоподъемность подшипника C0 = ');readln(C0);
write('Масса подшипника, кг m = '); readln(m);
write('Радиальный силовой фактор, Н X = '); readln(X);
write('Осевой силовой фактор, Н Y = '); readln(Y);

{      вывод исходных данных для расчета во внешний файл      }
writeln(f,'      Исходные данные');
writeln(f,'Диаметр вала d = ',d:5:2,'мм');
writeln(f,'Внешний диаметр подшипника Da = ',Da:4,'мм');
writeln(f,'Ширина подшипника B = ',B:3,'мм');
writeln(f,'Нагрузка на вал Pu = ',Pu:7:2, 'Н');
writeln(f,'Динамическая грузоподъемность подшипника C0 = ',C0:8);
writeln(f,'Масса подшипника m = ',m:3, 'кг');
writeln(f,'Радиальный силовой фактор X = ',X:7:2,'Н');
writeln(f,'Осевой силовой фактор Y = ',Y:7:2,'Н');

Pp:=X*Fr+Y*Fa;
If (vid='D')or(vid='d') then DINAM_l10(tipL10,L110);
If (vid='S')or(vid='s') then STAT_l10(tipL10,L110);
L10:=a1*a23*L110;
Mom:=0.5*mu*Pp*d;
Gk:=0.35*Da*B*1e-4;

writeln('L10=',L10:9);
writeln('Момент M=',Mom:9,' Nmm');
writeln('Вязкость Gk=',Gk:9,' г');

{      вывод результатов расчета во внешний файл      }
writeln(f,'      Результаты расчета');
writeln(f,'Долговечность L10 = ',L110:9, ' часов');
writeln(f,'Момент M = ',Mom:9,' Н мм');
writeln(f,'Вязкость Gk = ',Gk:9,' г');
close(f);      {закрытие внешнего файла}

writeln;
writeln('Для окончания работы программы нажмите любую клавишу');
repeat until KeyPressed;
END.
{      конец основного модуля программы      }

```

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З КУРСУ
“ОСНОВИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ”

Для бакалаврів спеціальностей

6.090203 “Металорізальні верстати та системи” і

6.090204 “Інструментальне виробництво” всіх форм навчання

Укладач: Валерій Васильович Полтавець