


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара**

УЗГОДЖЕНО:

Проректор з науково-  
педагогічної роботи, проф.

 С.О.Чернецький  
« 1 » 02 2016 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:


Ректор, член-кор. НАНУ, проф.

 М.В. Поляков  
2016 р.



**Програма фахових вступних випробувань  
за спеціальністю 113 – Прикладна математика,  
освітня програма – Комп'ютерна механіка**

Розглянуто та схвалено на засіданні  
вченої ради механіко-математичного  
факультету

протокол № 4 від 22.12. 2016 р.  
проф.  О. В. Хамініч

## 1. Загальна частина

Програма включає базові дисципліни:

- теоретична механіка,
- опір матеріалів,
- основи теорії пружності,
- чисельні методи,
- варіаційне числення та методи оптимального проектування.
- теорія коливань,
- основи програмування та алгоритмічних мов.

## 2. Зміст програми

### 2.1. Теоретична механіка

№ питання	Питання	Зміст питання
1	Основи статyki	Момент сили відносно точки. Момент сили відносно осі. Основна теорема статyki.
2	Кінематика матеріальної точки.	Способи завдання руху точки. Визначення швидкостей та прискорення.
3	Кінематика твердого тіла	Поступальний і обертальний рух тіла. Плоский рух.
4	Загальні теореми динаміки точки	Теореми про зміну кількості руху, моменту кількості руху, зміну кінетичної енергії. Закони збереження.
5	Рівняння руху твердого тіла. Головний вектор та головний момент сил інерції тіла	Основний принцип динаміки тіла. Рівняння руху. Обчислення головного вектору сил інерції. Моменти сил інерції тіла відносно осей при обертальному русі. Обчислення головного моменту сил інерції тіла в загальному випадку.
6	Принцип можливих переміщень. Загальне рівняння динаміки	Основна ідея аналітичної динаміки. Можливі переміщення. Принцип можливих переміщень. Загальне рівняння динаміки.
7	Рівняння Лагранжа 2-го роду	Узагальнені координати й узагальнені сили. Умови рівноваги системи в узагальнених координатах. Рівняння руху в узагальнених координатах. Випадок потенційних сил.
8	Власні коливання систем з однією степеню свободи	Диференціальне рівняння лінійних коливань. Характеристики коливань. Врахування в'язкого тертя.
9	Вимушені коливання систем з однією степеню свободи	Диференціальне рівняння, загальний розв'язок для випадку дії гармонічної сили. Картина коливань. Коефіцієнти динамічності. Резонанс.

### Перелік рекомендованої літератури

1. Василенко М.В., Алексейчук О.М. Теорія коливань і стійкості руху. – К.: Вища шк., 2004. – 525 с.
2. Бутенин Н.В., Лунц Я. Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. Т.1, Статика и кинематика. – М.: Наука, 1976.
3. Бутенин Н.В., Лунц Я. Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. Т. 2, Динамика. – М.: Наука, 1979.
4. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики. Т. 1. . М.: Наука, 1955.
5. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики. Т. 2. М.: Наука, 1957.

## 2.2. Опір матеріалів

№ питання	Питання	Зміст питання
1	Напруження і деформації при осьовому розтягу-стиску	Визначення напружень на площинах, перпендикулярних вісі симетрії
2	Випробування матеріалів на розтяг-стиск	Діаграма розтягу. Механічні характеристики матеріалу. Діаграма напружень. Характер руйнування при стиску пластичних та крихких матеріалів. Основи для вибору коефіцієнту запасу міцності. Допустимі напруження на розтяг і стиск для різних матеріалів.
3	Складний напружений стан	Напруження на довільно орієнтованій площині при осьовому розтязі або стиску. Напруження при плоскому напруженому стані. Графічне визначення напружень (пряма задача Мора). Знаходження головних напружень за допомогою круга Мора (зворотна задача Мора). Узагальнений закон Гука. Модуль об'ємної деформації. Потенційна енергія пружної деформації при складному напруженому стані. Енергія зміну форми і об'єму.
4	Перевірка міцності матеріалу при складному напруженому стані	Постановка питання. Класичні теорії міцності ізотропного матеріалу. Теорія Мора та її використання.
5	Чистий зсув	Визначення напружень та перевірка міцності за різними теоріями міцності. Зв'язок між напруженнями і деформаціями (закон Гука при чистому зсуві). Потенційна енергія зсуву.
6	Кручення	Поняття про крутний момент. Побудова епюр моментів для валу круглого поперечного перерізу. Одержання формули для дотичних напружень. Полярний момент інерції.
7	Геометричні характеристики поперечних перерізів стрижнів	Статичні моменти. Моменти інерції. Перетворення моментів інерції при паралельному переносі осей. Перетворення моментів інерції при повороті осей. Головні осі та головні моменти інерції.
8	Плоский згин	Згинаючий момент і поперечна сила як внутрішні силові фактори. Правило знаків. Диференційні залежності між інтенсивністю розподіленого навантаження, поперечною силою і згинальним моментом. Контроль правильності побудови епюр поперечних сил та згинальних моментів.
9	Урахування нормальних напружень при згині	Експериментальне вивчення роботи балки при чистому згині. Гіпотези. Нормальні напруження при чистому згині. Перевірка міцності, підбір перерізів.
10	Статично визначені стрижневі системи	Визначення переміщень. Потенційна енергія стрижневої системи, інтеграл Мора і правило Верещагіна.

№ питання	Питання	Зміст питання
11	Розрахунок на міцність статично невизначених систем. Метод сил	Ступінь статичної невизначеності. Розкриття статично невизначених стрижньових систем методом сил. В'язі, які накладені на систему. Вибір основної системи. Канонічні рівняння методу сил. Використання властивостей симетрії.
12	Метод переміщень.	Основна ідея. Вибір основної системи. Канонічні рівняння методу сил.
13	Косий згин	Основні поняття. Знаходження напружень і переміщень.
14	Сумісна дія кручення і згину	Визначення згинальних і крутних моментів. Визначення напружень та перевірка міцності за різними теоріями.
15	Товстостінні ємності	Розрахунок товстостінних циліндрів при навантаженні внутрішнім та зовнішнім тиском. Обчислення напружень. Перевірка міцності за різними теоріями.

#### Перелік рекомендованої літератури

1. Опір матеріалів. 2-е вид. Перераб. за ред. Г. С. Писаренко/ Підручник для вузів. – К.: Вища шк., 1974. – 303с.
2. Беляев Н. М. Сопротивление материалов: Учеб. пособ. для вузов. –М.: Наука, 1976. – 608 с.
3. Качурин В. К. Сборник задач по сопротивлению материалов. – М.: Высш. школа, 1976.
4. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов: Учеб. Для вузов. – М.: Наука, 1986. – 512 с.

### 2.3. Основи теорії пружності

№ питання	Питання	Зміст питання
1	Компоненти тензору напружень	Зовнішні сили та внутрішні напруження. Напружений стан в точці тіла. Тензор напружень. Головні напруження. Найбільші дотичні напруження.
2	Статична теорія напружень	Диференціальні рівняння рівноваги. Симетрія тензора напружень. Умови на поверхні.
3	Геометрична теорія деформацій	Компоненти переміщення. Тензор малих лінійних деформацій. Диференціальні залежності компонентів деформації від компонентів переміщення. Об'ємна деформація. Поняття про скінченні деформації.
4	Сумісність деформацій	Визначення переміщень по компонентам тензора деформацій. Умови сумісності деформацій.
5	Термодинаміка пружного деформування	Внутрішня енергія. Вільна енергія. Пружний потенціал та додаткова робота. Формула Гріна.
6	Узагальнений закон Гука	Співвідношення між компонентами тензорів напружень і деформацій. Тензор пружних сталей. Види пружної симетрії. Закон Гука для однорідного ізотропного тіла. Модуль Юнга. Коефіцієнт Пуассона.
7	Розв'язання задачі теорії пружності в переміщеннях	Рівняння пружної рівноваги у переміщеннях (рівняння Ламе). Умови на поверхні.
8	Розв'язання задачі теорії пружності в напруженнях	Основні рівняння у напруженнях (рівняння Бельтрамі-Мітчела).
9	Загальні теореми теорії пружності	Принцип суперпозиції. Теорема Клапейрона. Енергія деформації. Закон взаємності Бетті. Принцип віртуальної роботи. Теорема Кастильяно про мінімум додаткової роботи. Принцип Сен-Венана. Теорема про єдиний розв'язок задачі теорії пружності.
10	Кручення призматичних стрижнів	Постановка задачі і основні рівняння. Функція напружень Прандтля. Переміщення при крученні призматичних стрижнів. Теорема Бредта про циркуляцію дотичних напружень. Аналогії при крученні.

#### Перелік рекомендованої літератури

1. Божидарник В.В., Сулим Г.Т. Елементи теорії пружності. – Львів:Світ, 1994. – 560 с.
2. Можаровський М.С. Теорія пружності, пластичності і повзучості. – К.: Вища шк., 2002. – 308 с.
3. Амензаде Ю.А. Теория упругости. – М.: Высш. школа, 1976. – 272 с.
4. Демидов С.П. Теория упругости. – М.: Высш. школа, 1979. – 432 с.
5. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. М.: Наука, 1979. – 560 с.

## 2.4. Чисельні методи

№ питання	Питання	Зміст питання
1	Наближення функцій. Інтерполяція (лагранжова)	Умови близькості заданої і апроксимуючої функції. Інтерполяція. Лінійна інтерполяція. Узагальнений поліном. Вибір систем апроксимуючих функцій. Алгебричні поліноми. Інтерполяційний поліном Ньютона. Поділені різниці. Априорна і апостеріорна оцінки похибки інтерполяції, застосування та збіжність лагранжової інтерполяції
2	Середньоквадратичне наближення функцій	Умова для визначення вектора вільних параметрів в апроксимуючій функції. Скалярний добуток на відрізку та множині точок. Лінійна апроксимація. Інтегральне або дискретне наближення (метод найменших квадратів). Про вагові коефіцієнти та вагову функцію. Середньоквадратичне відхилення.
3	Алгебрична проблема власних значень та векторів	Повна проблема власних значень. Характеристичний поліном. Метод інтерполяції. Розв'язування часткової проблеми на власні значення степеневим методом.
4	Звичайні диференціальні рівняння. Задача Коші	Задача Коші. Початкова точка. Метод ламаних (Ейлера). Про скупчення сітки. Правило Рунге.
5	Лінійні крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь	Лінійні крайові задачі та задачі на власні значення. Різницевий метод. Апроксимація похідних. Алгебраїчна прогонка.
6	Рівняння в частинних похідних та їх типи	Різницевий метод розв'язування еліптичного рівняння (процес Лібмана), параболічного (найпростіша різницева схема) та гіперболічного (схема «хрест») рівнянь. Шаблон. Різницева схема. Безумовна та умовна збіжність та стійкість.

### Перелік рекомендованої літератури

1. Мусяка В.Г. Основи чисельних методів механіки: Підручник. – К.: Вища освіта, 2004. – 240 с.
2. Бахвалов Н.С. и др. Численные методы. – М.: Наука, 1987. – 600 с.
3. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. – М.: наука, 1970. – 664 с.
4. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978. – 512 с.
5. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1977. – 656 с.
6. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989. – 432 с.

## 2.5. Варіаційне числення та методи оптимального проектування

№ питання	Питання	Зміст питання
1	Функціонали. Найпростіша задача варіаційного числення	Перша варіація функціонала. Розв'язання найпростішої задачі варіаційного числення. Рівняння Ейлера.
2	Необхідні умови умовного екстремуму в варіаційних задачах	Ізопериметрична задача. Задача Лагранжа. Необхідні умови екстремуму в задачах з рухомими кінцями. Канонічна форма рівнянь Ейлера. Рівняння Гамільтона-Якобі.
3	Формулювання найпростіших задач оптимального проектування. Метод множників Лагранжа.	Оптимальний кут розвору та радіус кривини кругової арки. Проектування консолі мінімальної ваги з заданим переміщенням. Стержневий кронштейн мінімальної ваги. Оптимальний кут розвору та радіус кривизни сферичної оболонки. Оптимальні параметри циліндричної ємності для збереження речовин.
4	Методи відшукування екстремуму одновимірних функцій	Методи виключення інтервалів, метод Ньютона, Больцано, квадратичної апроксимації (Пауела).
5	Методи відшукування екстремуму функції декількох змінних	Гradientні методи, випадкового пошуку, Бокса, деформованого багатогранника.
6	Застосування варіаційного числення та оптимального керування	Балка мінімальної ваги з заданим максимальним прогином. Метод локальних варіацій.

### Перелік рекомендованої літератури

1. Адамян В.М., Сушко М.Я. Варіаційне числення. – Одеса: Астропрінт, 2005. – 128 с.
2. Гарт Е. Л. Основи варіаційного числення: навч. посіб. – Д. : Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2009. – 176 с.
3. Гельфанд И.М., Фомин С.В. Вариационное исчисление. – М.: Наука, 1969. – 228 с.
4. Краснов М.Л., Макаренко Г.И., Киселев А.И. Вариационное исчисление (задачи и упражнения). – М.: Наука, 1973. – 190 с.
5. Эльсгольц Л.Э. Вариационное исчисление. – М.: ОНТИ, 1958. – 279 с.



## 2.6. Теорія коливань

№ питання	Питання	Зміст питання
1	Вільні лінійні коливання консервативної системи з однією степеню вільності. Застосування рівняння енергії в задачах коливань. Вільні лінійні коливання систем із в'язким тертям.	Диференційне рівняння руху. Розв'язок рівняння, характеристики коливань. Визначення жорсткостного і інерційного коефіцієнтів. Зображення руху на фазовій площині. Формули Релея та Граммеля. Дисипативна функція Релея. Рівняння руху, загальний розв'язок у випадку малого тертя. Зображення руху на фазовій площині.
2	Змушені коливання консервативної системи при гармонічному збудженні, з в'язким тертям та у загальному випадку періодичного збудження.	Резонанс. Перехідний процес. Метод комплексних амплітуд. Технічні застосування теорії змушених коливань. Віброізоляція. Дія періодичних імпульсів. Змушені лінійні коливання у випадку неперіодичного збудження.
3	Вільні нелінійні коливання. Розв'язок рівняння Дуффінга для нелінійних вільних коливань.	Диференційне рівняння руху. Рівняння Дуффінга. Розв'язок методом гармонічного балансу. Залежність частоти від амплітуди коливання. Точний розв'язок диференційного рівняння. Математичний маятник. Фазові криві. Стійкі та нестійкі точки рівноваги.
4	Параметричні коливання. Рівняння Матьє.	Точний розв'язок диференційного рівняння. Математичний маятник. Фазові криві. Стійкі та нестійкі точки рівноваги. Аналіз параметричного резонансу за допомогою діаграми Айнса-Стретта.

### Перелік рекомендованої літератури

1. Лойцянский А. Г., Лурье А. И. Курс теоретической механики, т. 2. (главы XXVII-XXIX) М., ГИТТЛ, 1954, изд.-ие 5-е, 596 с.
2. Тимошенко С. П. Колебания в инженерном деле. М., ГИФМЛ, 1959, 440 с.
3. Пановко Я. Г. Основы прикладной теории упругих колебаний. Изд.-ие 2-е. М., Машиностроение, 1967, 316 с.
4. Стрелков С. П. Введение в теорию колебаний. Изд.-ие 2-е. М., Наука, 1964, 438 с.
5. Яблонский А. А., Норейко С., С. Курс теории колебаний. Изд.-ие 3-е. М., Высшая школа, 1975, 248 с.
6. Бабаков И. М. Теория колебаний. Изд.-ие 3-е. М., Наука, ГРФМЛ, 1968, 560 с.
7. Светлицкий В. А., Стасенко И. В. Сборник задач по теории колебаний. М., Высшая школа, 1973, 454 с.
8. Лабораторный практикум по теории колебаний. Л., ЛГУ, 1965, 80 с.

## 2.7. Основи програмування та алгоритмічних мов

№ питання	Питання	Зміст питання
1	Типи даних мови Фортран.	Мова програмування Фортран. Історія створення і розвитку мови. Стандарти Фортрану. Основні елементи мови. Алфавіт мови. Імена й ідентифікатори. Змінні. Структура програми. Цілий тип. Оператор INTEGER. Дійсний тип. Оператор REAL і DOUBLE PRECISION. Комплексний тип. Оператор COMPLEX. Логічний тип. Оператор LOGICAL. Символьний тип. Оператор CHARACTER. Рядки. Підрядки. Вирази (арифметичні, логічні, символьні). Масиви. Оператор DIMENSION.
2	Оператори мови Фортран.	Оператор присвоювання. Організація введення-виводу у Фортрані. Основні поняття. Ім'я файлу. Ідентифікатор пристрою. Відкриття і закриття файлів. Оператори OPEN і CLOSE. Оператори READ і WRITE. Оператори PROGRAM, CONTINUE, STOP, END. Оператор безумовного переходу GOTO. Умовний оператор IF (арифметичний, логічний, блоковий). Оператори ELSE, ELSEIF, ENDIF. Оператор циклу. Оператори DO, ENDDO, CYCLE, EXIT, DOWHILE.
3	Основні типи даних мови C/C++.	Оператори INT, CHAR, WCHAR_T, BOOL, FLOAT, DOUBLE. Специфікатори типу. Структура програми на C/C++, форма її запису. Введення-вивід даних в стилі C і C++. Функції scanf і printf. Функції cout і cin. Змінні і вирази. Означення, правило записи оператора опису змінної. Область дії ідентифікатора. Клас пам'яті. Глобальні і локальні змінні. Операції: унарні, бінарні, тернарні. Вирази.
4	Оператори мови C/C++.	Базові конструкції структурного програмування. Основні види операторів мови C/C++. Оператор «вираз». Оператори розгалуження. Умовний оператор IF. Оператор SWITCH. Оператори передачі керування. Оператори GOTO, BREAK, CONTINUE, RETURN. Оператори циклу. Оператори WHILE, DO WHILE, FOR. Масиви. Опис одновимірних і багатовимірних масивів.
5	Основні типи даних мови Паскаль	Оператори Введення-вивід даних. Функції READ і WRITE. Змінні і вирази. Означення, правило записи оператора опису змінної. Клас пам'яті. Глобальні і локальні змінні. Операції. Вирази.
6	Оператори мови Паскаль.	Базові конструкції структурного програмування. Основні види операторів мови Паскаль. Оператор «вираз». Оператори розгалуження. Умовний оператор IF. Оператор SWITCH. Оператори передачі керування. Оператори GOTO, BREAK, CONTINUE. Оператори циклу. Масиви. Опис одновимірних і багатовимірних масивів.

### Перелік рекомендованої літератури

1. *Бартенев О. В.* Современный Фортран. М.: Диалог-МИФИ, 2005. – 400 с.
2. *Немнюгин С. А.* Современный Фортран: Самоучитель / С. А. Немнюгин, О. Л. Стесик. – СПб: БХВ–Петербург, 2004. – 496 с.
3. *Соловьев П. В.* Fortran для персонального компьютера. – М.: “Арист”, 1991.
4. *Павловская Т. А.* C/C++. Программирование на языке высокого уровня. – СПб.: Питер, 2009. – 461 с.
5. *Павловская Т. А, Щипак Ю. А.* C/C++. Структурное программирование: Практикум. – СПб.: Питер, 2002. – 240 с.
6. *Подбельский В. В.* Язык Си++: Учебное пособие. – М.: ПФинансы и статистика, 1996. – 560 с.
7. *Страуструп Б.* Язык программирования C++. – СПб.: БИНОМ, 1999. – 991 с.
8. *Страуструп Б.* Дизайн и эволюция языка C++. – М.: ДМК, 2000. – 448 с.

### 3. Критерії оцінювання для фахових випробувань

Кожний закритий тест для фахового вступного випробування формується з 25 тестових запитань:

Кількість питань з кожного розділу програми, що входять до тестової складової екзамену, із кількістю балів за кожне питання вказана в таблиці.

№	Назва розділу	Кількість питань	Кількість балів за питання
1	Теоретична механіка	4	4
2	Опір матеріалів	9	4
3	Основи теорії пружності	3	4
4	Чисельні методи	3	4
5	Варіаційне числення та методи оптимального проектування.	3	4
6	Теорія коливань	1	4
7	Основи програмування та алгоритмічних мов	2	4

Тест складається з 22 окремих блоків. Кожне запитання 1-22 блоків має - 4 варіанти альтернативних відповідей, з яких одна є вірною.

За кожен вірну відповідь на тестове запитання нараховується 4 бали.

Підсумкова оцінка якості складання студентом фахового вступного випробування визначається підсумовуванням отриманих балів, яка дорівнює 100 балів.

Зав.кафедри  
обчислювальної механіки і  
міцності конструкцій, проф.



А. П. Дзюба