

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ФАКУЛЬТЕТ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Факультету біомедичної інженерії

Протокол № 8 від 25 лютого 2019 р.

Голова вченої ради \_\_\_\_\_ В.Б. Максименко

М.П.

**ПРОГРАМА**

комплексного фахового випробування для вступу на  
освітньо-наукову (освітньо-професійну) програму підготовки магістра  
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»  
по спеціалізації «Медична інженерія»

Програму ухвалено на засіданні методичної  
комісії факультету біомедичної інженерії  
Протокол № 8 від 17 лютого 2019 р.

Голова МКФ \_\_\_\_\_ І.Ю. Карпюк

Програму рекомендовано кафедрою  
біомедичної інженерії  
Протокол № 8 від 7 лютого 2019 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ О.В. Лебедев

## ВСТУП

Прийом на навчання за освітньо-науковою (освітньо-професійною) програмою підготовки магістра освіти за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія» спеціалізації «Медична інженерія» здійснюється на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра 163 «Біомедична інженерія» (напряму 6.051402 «Біомедична інженерія та освітньо-професійної підготовки бакалавра з інших спеціальностей – за умови позитивного результату додаткового випробування.

**Метою** комплексного фахового випробування є перевірка знань студентів з основних професійно-орієнтованих дисциплін.

Комплексне фахове випробування має вигляд іспиту, який проводиться письмово та охоплює такі навчальні дисципліни:

- Об'єктно-орієнтоване програмування (1/с),
- Цифрова схемотехніка (Електроніка-4) (5/II),
- Біомедична механіка (2/с)

Фахове вступне випробування проводиться письмово і триває 2 академічні години (90 хвилин) – без перерви.

Екзаменаційний білет містить два теоретичні питання приблизно однакової складності з дисциплін: «Медична інформатика і кібернетика-3. Математичне моделювання і симуляція систем» та «Цифрова схемотехніка», та одне практичне завдання з дисципліни «Біомедична механіка».

## ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

### Перелік навчального матеріалу, який вноситься на випробування

#### Дисципліна 1. Об'єктно-орієнтоване програмування (1/с)

Відмінності процедурного, об'єктного та об'єктно-орієнтованого програмування.

Об'єктно-орієнтоване програмування, проектування та аналіз. Основні поняття та визначення.

Основні поняття та визначення об'єктно-орієнтованого програмування: поняття класу та об'єкта, співвідношення між класом та його об'єктами в програмі.

Парадигма об'єктно-орієнтованого стилю програмування: спадкування, поліморфізм, інкапсуляція. Визначення та пояснення на прикладах.

Що таке препроцесор? Що таке компілятор? Що таке директиви препроцесора? Яке їх призначення?

Особливості синтаксису реалізації лінійних структур. Розгалуження, вибору та циклів.

Як оголосити масив? Опишіть основні операції обробки масивів.

Опишіть призначення функцій та особливості їх оголошення. Особливості повернення та використання значення функцій.

Що таке рекурсія? Наведіть приклади рекурсивних алгоритмів.

Визначення і оголошення глобальних об'єктів і функцій.

Формат опису класу мовою C++, приклад коду з поясненням. Призначення та відмінності між собою форм class, struct, union.

Поля класу, їх призначення. Різниця між полями класу та змінними в кодї програми, принципи визначення та ініціалізації полів.

Методи класу, їх призначення.

Визначення та робота з об'єктами класу, приклади. Час життя об'єктів.

Формат визначення та правила використання об'єктів та масиву об'єктів. Приклади коду для пояснення правил ініціалізації статичного та динамічного масивів об'єктів.

Поняття інкапсуляції. Статус доступу до членів класу, специфікатори доступу public, private, protected.

Поняття інкапсуляції. Методи для встановлення та отримання даних полів класу, особливості їх визначення в кодї програми. Навести приклади програмного коду з використанням set/get методів для пояснень.

Операції доступу до членів класу. Визначити механізм переходу до використання операції точки під час роботи з покажчиками. Покажчик this, його використання (найбільш поширені ситуації, відповідні приклади).

Конструктор класу, його призначення. Формат та правила використання конструкторів за замовченням та конструкторів з параметрами. Список ініціалізації.

Деструктор класу, його призначення. Випадки неявного виклику деструкторів.

Призначення та правила використання константних методів класу. Константні об'єкти, специфіка використання специфікатора `mutable`.

Статичні члени класу, доступ до статичних членів класу. Розподілення пам'яті при роботі із класами, специфіка виділення пам'яті для полів і для методів класу, статичних полів і методів.

Формат визначення, призначення та правила використання дружніх функцій і класів. Відповідні приклади програмного коду для пояснень.

Поняття спадкування, загальна форма. Ієрархія класів, базовий клас і класи нащадки. Конструктори та деструктори при спадкуванні.

Перевантаження операцій, два способи визначення перевантажених операторів.

Операції, що не можуть бути перевантажені, причини. Операцій, що не можуть бути перевантажені за допомогою глобальної дружньої функції, причини.

Принцип поліморфізму. Основні його форми в мові програмування C++, відповідні приклади програмного коду для пояснень.

Поняття виняткової ситуації та її обробки. Способи обробки помилок в програмних додатках. Синтаксис генерації та обробки виключень в мові програмування C++.

Механізм обробки виняткових ситуацій в мові програмування C++. Класи винятків. Передавання винятку в блок `catch` за значенням та за посиланням.

Стандартні типи винятків з бібліотеки `std`. Призначені функцій `terminate()`, `unexpected()`, `abort()` під час обробки виняткових ситуацій. Навести приклад коду, за допомогою якого можна вивести на екран текстове повідомлення з номером строчки, під час виконання якої сталася виняткова ситуація, та назвою файлу, що містить цю строчку.

Класи стандартних потоків, їх ієрархія та призначення кожного з них. Особливості перевантаження операцій зчитування/запису до потоку.

## **Дисципліна 2. Цифрова схемотехніка (5/II)**

Алгебра логіки. Стандартні форми логічних функцій. Мінімізація логічних функцій.

Діодні ключі. Логічні схеми на діодах. Ключі на біполярних транзисторах.

Ключі на транзисторах Шоткі. Ключі на уніполярних транзисторах.

Діодно-транзисторні (ДТЛ) логічні елементи (ЛЕ). Базовий ЛЕ І-НІ. ДТЛ-елементи АБО-НІ, І-АБО-НІ. Елемент ДТЛШ. Типові параметри ДТЛ.

Транзисторно-транзисторні ЛЕ (ТТЛ). Базовий ЛЕ І-НІ. ТТЛ-елементи АБО-НІ, І-АБО-НІ. ЛЕ з вільним колектором. ЛЕ з трьома станами виходу. Типові параметри ТТЛ, ТТЛШ.

ЛЕ на МДН- і КМДН-транзисторах. ЛЕ І-НІ, АБО-НІ. Реалізація ДДНФ, ДКНФ на КМДН-транзисторах. Буферні підсилювачі. Захист КМДН ЛЕ від статичної електрики. Спряження КМДН-елементів з ТТЛ. Типові параметри КМДН-елементів.

Синтез ПК. Приклади реалізації ПК у заданих базисах ЛЕ.

Шифратори і дешифратори. Унітарний код. Пріоритетні шифратори. Дешифратори – лінійні, пірамідальні, матричні. Мінімізація неповних дешифраторів. Синтез ПК на засадах системи дешифратор-шифратор.

Мультиплексори і демюльтиплексори. Синтез мультиплексорів і демюльтиплексорів. Стробирування, використання в них дешифраторів. Аналоговий мультиплексор-демюльтиплексор.

Комбінаційні пристрої зсуву на мультиплексорах. Реалізація логічних функцій на мультиплексорах.

Напівсуматори. Повні суматори. Від'ємники. Суматори-від'ємники. Двійково-десятковий суматор.

Багаторозрядні суматори з послідовним переносом. Багаторозрядні суматори з прискореним переносом. Комбінаційні перемножувачі.

Цифрові компаратори – однорозрядні і багаторозрядні. Компаратори на основі двійкового від'ємника. Секціоновані компаратори багаторозрядних чисел.

RS-тригери асинхронні і прозорі синхронні. Різновиди RS-тригерів (R-, S-, E-тригери). RS-тригери типу „заціпка” та MS.

D-тригери асинхронні і прозорі синхронні. D-тригери типу „заціпка” та MS. D-тригери у режимі лічильника.

Універсальні JK-тригери типу „заціпки” та MS. Основні параметри тригерів.

Паралельні регістри. Зсувні регістри. Реверсивні зсувні регістри. Кільцеві регістри. Регістр - «лічильник Джонсона».

Асинхронні та синхронні лічильники. Реверсивні лічильники. Лічильники-ділянки частоти.

Двійково-десяткові лічильники. Лічильники з керованим коефіцієнтом перелічування.

Синтез лічильників з довільною таблицею переходів. Поліноміальні лічильники.

Детектори фронтів імпульсів. Розширювачі імпульсів. Прив'язка імпульсів до постійного рівня. Спускові генератори імпульсів.

Таймери. Автоколивальні генератори імпульсів на логічних елементах.

Одновібратори та автоколивальні генератори імпульсів на операційних підсилювачах. Формувачі та генератори лінійно змінного струму та напруги.

ЦАП на засадах аналогового суматора, резистивної структури R-2R, комутаторів струму. Похибки ЦАП. Пристрої вибірки і зберігання.

АЦП розгортаючого зрівноважування. АЦП слідкуючого зрівноважування. АЦП порозрядного зрівноважування.

АЦП з подвійним інтегруванням. Паралельні АЦП, конвеєрні паралельні АЦП. Поняття про дельта-сигма АЦП.

### **Дисципліна 3. Біомедична механіка (2/с)**

#### **Загальні питання біомеханіки та біомеханіка рухів людини.**

##### *Введення в основи біомеханіки*

Загальні відомості про тіло людини. Стандартна людина. Алометричні правила. Особливості механічних властивостей біологічних тканин і рідин.

Класифікація сил, що діють на тіло людини. Механічна напруга і деформації. Закони пружної деформації. Метод перетинів. Епюри сил, вигинаючі і крутних моментів.

Фізичні аспекти міцності і руйнування матеріалів Механічні випробування матеріалів. Анізотропія механічних властивостей біологічних матеріалів.

Основи реології. Комбіновані реологічні моделі пружно-в'язких, в'язко-пружних і в'язко-пластичних матеріалів. Реологічна поведінка рідин.

##### *Біомеханіка рухового апарату людини.*

М'язова активність, як необхідна умова життєдіяльності людини. Біомеханічні властивості м'язів Реакція м'язу на подразнення. Молекулярний механізм скорочення. Теорія ковзаючих ниток. Моделі скелетних м'язів. Будова і механічні властивості сухожилів. Допоміжний апарат м'язів.

##### *Біомеханіка рухових якостей.*

Механізми розвитку рухових якостей. Режим роботи м'язів. Залежність сили від швидкості скорочення м'язу. Рівняння Хілла. Фактори, що визначають механічні властивості м'язів. Принципи Вебера і Бернуллі. М'язова координація. Силкові якості. Методика розвитку (тренування) сили м'язів. Фізична працездатність. Розвиток пружності, спритності, витривалості, гнучкості.

##### *Біомеханіка рухів (локомоцій).*

Біомеханічний аналіз рухової діяльності людини. Способи моделювання тіла людини. Інерціальна і соматична системи відліку. Загальний цент мас. Біокінематичні та біодинамічні характеристики рухів. Умови рівноваги та показники стійкості тіла. Дослідження кінематики рухів. Метод перетворення координат. Основи спортивної біомеханіки. Інструментальні методи дослідження рухових дій людини.

Біодинаміка ходьби. Зовнішні сили і сили реакції опори. Маятникова модель ходьби. Біодинаміка та фази бігу. Енергетичний обмін при ходьбі та бігу. Біодинаміка стрибка та його стадії. Біомеханіка різних видів спорту.

#### **Медична біомеханіка**

##### *Біомеханіка гемодинаміки.*

Основи гемодинаміки. Закон збереження маси. Закон збереження кількості руху (формула Бернуллі). Закон в'язкого тертя Ньютона. Рух в'язкої рідини в трубці. Розподіл напруги внутрішнього тертя в потоці рідини. Режим течії. Рівняння

Пуазейля. Гідродинамічний опір. Вимір в'язкості. Ньютонівські та неньютонівські рідини. Криві течії.

Реологічні властивості крові. Залежність в'язкості від гематокриту. Ефекти Фареуса і Фареуса-Ліндквіста. Модель Кессона. Прояви тиксотропії. Еритроцит як в'язкопружне тіло. Механічні властивості кровеносних судин. Закон Лапласа. Рівняння Ламе. Особливості течії крові при галуженні судин. Механічні властивості структур серця. Робота і потужність серця. Поширення пульсової хвилі в артеріях, формула Моенса-Кортевега. Моделі гемодинаміки серцево-судинної системи.

*Біомеханіка травної системи та опорно-рухового апарату людини.*

Призначення, будова та основні функції травного апарату. Перистальтичний механізм транспорту і переміщування. Механічні явища у травному тракті. Основні функції шлунку. Модель шлунку.

Біомеханіка опорно-рухового апарату людини. Важільний устрій опорно-рухового апарату. Система скелета. Механічні властивості кісткової тканини. Синовіальні суглоби та їх класифікація. Механічні властивості суглобів. Тертя і змазка у суглобах. Осанка і геометрія мас. Принципи діагностики і корекції сколіозу. Засоби і методи біомеханічного впливу на положення голови і хребта.

Біокінематичні ланцюги та біокінематичні пари. Ступені свободи біокінематичних пар. Кінематична схема опорно-рухового апарату людини. Динаміка опорно-рухового апарату. Антропометричні та масоінерційні характеристики тіла людини. Підходи до реабілітації механічних функцій опорно-рухового апарату людини.

*Біомеханіка аналізаторів людини.*

Роль аналізаторів у здійсненні рухової реакції. Класифікація аналізаторів. Механічні властивості структур ока. Внутрішньоочний тиск і методи його вимірювання. Біомеханіка органів слуху і вестибулярної системи. Механічні властивості вуха і його структур. Біомеханіка мембрани отолітового апарату. Рух ендолімфи і купули у півкруглих каналах.

## ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

### 1. Необхідність використання допоміжного матеріалу та його повний і точний перелік

Під час проведення випробування дозволяється користуватись:

1. Електронним калькулятором.
2. Дидактичним матеріалом для вирішення практичного завдання з дисципліни «Біомедична механіка», який видається атестаційною підкомісією та представляє собою основні формули (без пояснень).

### 2. Критерії оцінювання письмової екзаменаційної роботи

На комплексному фаховому випробуванні вступник отримує екзаменаційний білет, який включає два теоретичні питання однакової складності та одне практичне завдання з переліку зазначених вище тем і розділів навчальних дисциплін.

При перевірці завдань застосовують критерії оцінювання, при розробці яких береться за основу повнота, логічність та правильність розкриття питання.

#### 1. Оцінка відповіді на питання з дисципліни **Об'єктно-орієнтоване програмування.**

**Максимальний ваговий бал – 33.**

<b>Критерій оцінювання питання</b>	<b>Кількість балів</b>
повна відповідь з розрахунками, правильними результатами, поясненнями (не менше 90% потрібної інформації), не містить зайвої інформації	33...31 балів
повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 80% необхідної інформації), зайвої інформації немає	30...27 балів
principово правильна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 70% необхідної інформації), є зайва інформація	26...23 бали
повна відповідь з неточностями (не менше 60% потрібної інформації)	22...20 балів
не повна відповідь, в якій відсутні principові неточності (не менше 50% потрібної інформації), але є помилки	19...17 балів
неповна відповідь з грубими помилками та (або) principовими неточностями (менше 50% потрібної інформації)	16...1 балів
відсутність відповіді	0 балів

#### 2. Оцінка відповіді на питання з дисципліни **Цифрова схемотехніка (Електроніка-4).**



**Максимальний ваговий бал – 33.**

<b>Критерій оцінювання питання</b>	<b>Кількість балів</b>
повна відповідь з розрахунками, правильними результатами, поясненнями (не менше 90% потрібної інформації), не містить зайвої інформації	33...31 балів
повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 80% необхідної інформації), зайвої інформації немає	30...27 балів
принципово правильна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 70% необхідної інформації), є зайва інформація	26...23 бали
повна відповідь з неточностями (не менше 60% потрібної інформації)	22...20 балів
не повна відповідь, в якій відсутні принципіві неточності (не менше 50% потрібної інформації), але є помилки	19...17 балів
неповна відповідь з грубими помилками та (або) принциповими неточностями (менше 50% потрібної інформації)	16...1 балів
відсутність відповіді	0 балів

**3. Розв'язання практичного завдання з дисципліни Біомедична механіка.****Максимальний ваговий бал – 34.**

<b>Критерій оцінювання питання</b>	<b>Кількість балів</b>
повне, безпомилкове розв'язування завдання, зафіксований процес розв'язування задачі (не менше 90% потрібної інформації)	34...31 балів
повне розв'язування завдання з неprincipовими неточностями в розрахунках, зафіксований процес розв'язування задачі (не менше 80% необхідної інформації)	30...27 балів
завдання виконане з недоліками, або не зафіксований процес розв'язування задачі (не менше 70% необхідної інформації)	26...23 бали
завдання виконане з недоліками та не зафіксований процес розв'язування задачі (не менше 60% потрібної інформації)	22...20 балів
завдання виконано з суттєвими помилками, але є правильні думки (не менше 50% потрібної інформації)	19...17 балів
завдання виконано з грубими помилками та (або) принциповими неточностями (менше 50% потрібної інформації)	16...1 балів
завдання не виконано	0 балів

Загальна оцінка за комплексне фахове випробування обчислюється як проста арифметична сума вагових балів трьох відповідей. Таким чином, за результатами випробування вступник може набрати від 0 до 100 балів.

Залежно від загальної суми отриманих балів вступнику, згідно критеріїв ECTS, виставляється оцінка:

Загальна кількість балів	Оцінка ECTS
95-100	A
85-94	B
75-84	C
65-74	D
60-64	E
менше 60	F

### 3. Приклад типового завдання комплексного фахового випробування

(Форма N Н-5.04)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

другий (магістерський) рівень вищої освіти \_\_\_\_\_  
(назва ОКР)

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_ 163 «Біомедичні інженерія» \_\_\_\_\_

Спеціалізація \_\_\_\_\_ «Медична інженерія» \_\_\_\_\_  
(код і назва напрямку підготовки)

Навчальна дисципліна Комплексне фахове випробування  
(код і назва спеціальності)

Екзаменаційний білет № \_\_\_\_\_

- 1 Об'єктно-орієнтоване програмування, проектування та аналіз. Основні поняття та визначення.
- 2 Алгебра логіки. Стандартні форми логічних функцій. Мінімізація логічних функцій.
- 3 Момент інерції стегна відносно осі, що проходить через кульшовий суглоб,  $I = 0,37 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ . Знайти момент інерції стегна відносно осі, що паралельна заданій і проходить через центр маси стегна. Відстань між осями 0,17 м, маса стегна 7,15 кг.

Затверджено на засіданні кафедри *біомедичної інженерії*

Протокол № \_\_\_\_\_ від « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ О.В.Лебедев

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### Дисципліна 1

Основна література:

1. Войтенко В.В. Морозов А.В. Теорія та практика (мова С++). — Житомир, 2002.
2. Винник В. Ю. Основи програмування мовою Сі++ —. Житомир, 2008.
3. Павловская Т.А. С/С++. Программирование на языке высокого уровня. – СПб.: Питер, 2003. – 461с.
4. Липпман С., Лажоие Ж. Язык программирования С++. Вводный курс. – С-Пб, Невский проспект, 2006. – 1406 с. <http://valera.asf.ru/cpp/book/>, <http://www.insycom.ru/html/metodmat/inf/Lipman.pdf>
5. Х.Дейтел, П. Дейтел. Как программировать на С++. Пятое издание – М.: Бином - Пресс, 2008. – 1456 с.
6. Стивен Прат. С++ Лекции и упражнения.6-е издание. – Вилямс, 2012. – 1298 с.

### Дисципліна 2

Основна література:

1. Справочник по цифровой схемотехнике / В.И. Зубчук, В.П. Сигорский, А.Н. Шкуро. – К. «Техніка», 1990.
2. Лебедев О.М., Ладик О.І. Цифрова техніка. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2004 р.
3. Бабич Н.П., Жуков И.А. Компьютерная схемотехника- К.: « МК-Пресс», 2004 г.
4. Рябенский В.М., Жуйкою В.Я., Гулий В.Д. Цифрова схемотехніка. Навчальний посібник. «Новий світ». – Львів 2009.
5. Опадчий Ю.Ф., Глудкин О.П., Гуров А.И. Аналоговая и цифровая электроника. Учебник для вузов. – М.: ХХХ.-2000 г.

### Дисципліна 3

Основна література:

1. Бегун П.И., Шукейло Ю.А. Биомеханика: Учебник для вузов. – СПб.: Политехника, 2000. – 463 с.
2. Герман И. Физика организма человека. Пер. с англ.: Научное издание. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 992 с.
3. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика: Учебник для вузов. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 672 с.

## РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

доц. каф. БМІ, к.т.н., доцент

/Зубчук В.І. /

доц. каф. БМІ, к.т.н.

/Тарасова Л.Д./

доц. каф. БМІ, к.т.н.

/Шликов В.В./