

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет



ПРОГРАМА

**вступного іспиту при прийомі на навчання
для здобуття ступеня «доктор філософії» зі спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»**

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Спеціальність «Галузеве машинобудування» відповідно до освітньо-наукової програми готує докторів філософії, які є фахівцями в галузі знань механічної інженерії, зокрема, гідравлічних машин та гідропневмоагрегатів і динаміки та міцності машин, а також мають компетентності, достатні для продукування нових ідей, розв'язання комплексних проблем дослідницько-інноваційної діяльності, оволодіння методологією наукової та педагогічної діяльності, а також проведення власного наукового дослідження у вказаній галузі, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та / або практичне значення.

Прийом на підготовку доктора філософії зі спеціальності «Галузеве машинобудування» здійснюється за результатами фахового вступного випробування як комплексного контрольного заходу, який проводиться у вигляді тестування.

Перелік дисциплін, матеріали з яких виносяться на контрольний захід:

1. Механіка рідини та газу
2. Теорія лопатевих гідромашин
3. Теорія автоматичного керування

На іспиті забороняється користуватися персональними комп'ютерами та засобами мобільного зв'язку.

Тривалість проведення вступного іспиту: *3 астрономічних години.*

2 АНОТАЦІЇ ТА КЛЮЧОВІ ПИТАННЯ З ДИСЦИПЛІН, ЩО ВИНОСЯТЬСЯ НА ІСПИТ

2.1. Механіка рідини та газу.

Моделі рідини. Основні властивості рідини та газу. Методи розв'язання гідродинамічних задач. Фізичний та розрахунковий експеримент.

Гідростатика. Загальні закони. Рівняння Ейлера для рідини в спокої. Сили тиску рідини на стінки. Відносний спокій рідини.

Кінематика рідини. Два методи опису руху рідини. Лінії та трубки току, рівняння нерозривності. Загальний характер руху рідкої частинки, теорема Коші-Гельмгольца. Вихорові лінії та трубки; теореми Стокса, Гельмгольца, Кельвіна(Томсона). Потенційний рух. Плоскі потоки нестисливої рідини, функція току.

Загальні рівняння руху суцільного середовища. Закони збереження маси, кількості руху (імпульсу), моменту кількості руху (моменту імпульса) та енергії. Напружений стан рідини. Рівняння динаміки суцільного середовища в напруженнях.

Динаміка суцільного середовища. Рівняння динаміки ідеальної рідини в формах Ейлера та Громека-Ламба. Інтеграл Коші-Лагранжа, Ейлера та Бернуллі. Рівняння Бернуллі для елементарної трубки току і трубопроводу кінцевого розміру. Рівняння Бернуллі для відносного руху рідини у системі координат, яка обертається. Ізотермічний рух досконалого газу. Адіабатний рух ідеального газу. Рівняння балансу енергії для адіабатного руху ідеального і досконалого газу. Ізоентропійні формули.

Одновимірний потік ідеального газу. Одновимірний стаціонарний рух газу по трубі перемінного перерізу. Витікання через сопло, сопло Лавалю. Одновимірний рух газу по круглій циліндричній трубі при наявності опору. Розповсюдження в газах збурень кінцевої інтенсивності. Скачки ущільнення.

Плоскі потенційні потоки. Плоско-паралельний рівношвидкісний рух; потік джерела, вихору, диполю. Безциркуляційне і циркуляційне обтікання циліндра, розподілення швидкостей і тисків. Теорема Жуковського про підйомну силу. Постановка задачі обтікання крилового профілю, характеристики профілю.

Просторові безвихорові течії. Застосування криволінійних координат. Вісесиметричні потоки.

Одновимірна течія в'язкої рідини. Рівняння Бернуллі. Режими течії. Опір руху рідини при ламінарному і турбулентному режимах. Місцеві гідравлічні опори. Витікання рідини через отвори і насадки. Гідравлічний розрахунок трубопроводів. Кавітаційні явища. Гідравлічний удар в трубах, формула Жуковського.

Ньютонівська в'язка рідини. Рівняння Нав'є-Стокса. Ламінарний усталений рух рідини в трубопроводі круглого перерізу, між двома пластинами та між соосними циліндрами при різних граничних умовах. Подібність двох потоків, критерії Ейлера, Фруда, Рейнольдса, Струхалю, Маха. Кавітаційні критерії Тома, Руднева.

Турбулентне напруження в рідині. Рівняння Рейнольдса. Розв'язання гідродинамічних задач у випадку турбулентного руху рідини.

Основи теорії граничного шару. Умовні параметри граничного шару. Рівняння Прандтля. Розрахунок граничного шару на плоскій пластині і на профілі малої кривизни. Перехід ламінарного граничного шару у турбулентний, відрив граничного шару.

2.2. Теорія лопатевих гідромашин.

Визначення гідравлічних машин та їх класифікація. Класифікація по принципу дії. Види об'ємних, лопатевих і вихорових гідромашин. Основні параметри гідромашин.

Загальні основи теорії лопатевих гідромашин. Кінематичні параметри потоку в робочому колесі. Рівняння динаміки в застосуванні до обмеженого об'єму рідини; рівняння нерозривності, рівняння руху в нерухомій і рухомій системах координат. Закон збереження (зміни) кількості руху. Сили дії потоку рідини на стінки нерухомого каналу і каналу, який обертається. Закон збереження (зміни) моменту кількості руху. Момент сили дії потоку рідини на стінки нерухомого каналу і каналу, який обертається. Закон збереження енергії. Закон зміни кінетичної енергії. Рівняння переносу механічної енергії через замкнуту обмежену поверхню. Рівняння переносу енергії у відносному русі. Енергія, яка передається рідиною стінкам каналу.

Інтегральні характеристики взаємодії потоку рідини з робочим колесом: момент на робочому колесі відносно осі обертання, гідравлічна потужність на робочому колесі, теоретичний напір, коефіцієнт корисної дії (ККД), гідравлічні сили, які діють на робоче колесо і лопать робочого колеса.

Подібність і моделювання в гідромашинах. Подібність гідромеханічних процесів. Фізичні основи подібності. Критерії подібності. Основи теорії розмірностей. Пі- теорема. Безрозмірні характеристики. Коефіцієнт швидкохідності. Моделювання в гідромашинах. Геометрична і кінематична подібність. Критерії динамічної подібності. Подібність в лопатевих насосах, формули подібності. Подібність в гідравлічних турбінах, формули подібності. Подібність в гідродинамічних передачах, формули подібності.

Баланс енергії в гідромашинах. Втрати енергії. Коефіцієнт корисної дії і балансу енергії лопатевого насоса, гідравлічної турбіни, гідродинамічної передачі.

Кавітація в гідромашинах. Сутність кавітації. Умови виникнення, розвитку і наслідки кавітації в гідромашинах. Види кавітації в гідромашинах. Параметри, що характеризують стійкість гідромашин проти кавітації. Умови подібності при кавітації.

Гідродинамічна теорія решіток (каскаду профілів). Види решіток. Задачі теорії решіток. Узагальнення формули Жуковського для підйомної сили в решітці. Графічний спосіб Жуковського побудови профілю. Рівняння Ейлера для гідромашин. Зв'язок циркуляцій в решітках, рівняння Руднева. Гідродинамічна модель робочого колеса з безкінечно-великим числом безкінечно-тонких лопатей. Гідродинамічний розрахунок плоскої прямої решітки профілів методом особливостей. Розрахунок плоскої прямої решітки профілів кінцевої товщини. Решітка тілесних профілів на криволінійних поверхнях току в шарі змінної товщини. Гідродинамічний розрахунок лопатевих систем гідромашин в вісесиметричному потоці. Постановка прямих вісесиметричної і решіткової задач, квазітривимірний метод розрахунку потоку в робочому колесі. Постановка обернених вісесиметричної і решіткової задач, квазітривимірний метод профілювання лопаті. Тривимірні постановки задачі гідродинамічного розрахунку лопатевих систем.

Характеристики гідромашин. Основні визначення і види. Експлуатаційні (робочі) характеристики по видам лопатевих гідромашин. Характеристики модельних протічних частин. Відносні параметри і характеристики. Універсальні характеристики і характеристичні поверхні.

2.3 Теорія автоматичного керування

Склад та принцип дії систем автоматичного керування. Класифікація систем автоматичного керування. Гідравлічні та пневматичні системи автоматичного керування

Програми регулювання. Часові та параметричні програми регулювання. Закони регулювання. Статичний та астатичний закони регулювання.

Рівняння динаміки систем автоматичного керування. Лінеаризація рівнянь динаміки систем автоматичного керування. Форми запису лінеаризованих рівнянь динаміки систем автоматичного керування. Передаточна функція.

Статичні та динамічні характеристики систем автоматичного керування. Часові характеристики: перехідна та вагова функція. Частотні характеристики: амплітудно-фазова частотна характеристика, логарифмічні частотні характеристики.

Позиційні, інтегруючі та диференціюючі ланки. Немінімально-фазові ланки. Передаточні функції та характеристики типових ланок систем автоматичного керування. . Передаточні функції замкнутих систем автоматичного керування.

Поняття стійкості систем автоматичного керування. Необхідні та достатні

умови стійкості. Критерії стійкості систем автоматичного керування. алгебраїчні критерії стійкості. Критерій стійкості Гурвіца. Частотні критерії стійкості. Критерій стійкості Михайлова. Критерій стійкості Найквіста.

Поняття про коригування систем автоматичного керування. Методи коригування. Послідовна корекція. Паралельна корекція. Корекція по вхідному сигналу. Корекція введенням неединичного головного зворотного зв'язку.

Системи з запізненням. Системи з розподіленими параметрами. Системи зі змінними параметрами.

Загальні відомості про нелінійні системи автоматичного керування. Типові нелінійності. Фазовий простір, фазова площина, фазові траєкторії. Типи особливих точок і фазові траєкторії лінійних систем автоматичного керування. Особливі точки та фазові траєкторії нелінійних систем автоматичного керування.

Перехідні процеси та автоколивання в релейній системі автоматичного керування. Система з ковзним процесом. Система з логічним керуванням. Урахування часового запізнення. Системи зі змінною структурою.

Вихідні положення методу гармонічної лінеаризації. Визначення коефіцієнтів гармонічної лінеаризації.

Алгебраїчний спосіб визначення симетричних коливань. Частотний спосіб визначення симетричних автоколивань. Несиметричні автоколивання.

Стійкість нелінійних систем автоматичного керування. Функція Ляпунова. Теорема Ляпунова. Дослідження стійкості методом Ляпунова. Дослідження стійкості методом гармонічної лінеаризації. Частотний критерій абсолютної стійкості.

Лінійна корекція. Нелінійні коригуючі пристрої. Псевдолінійна корекція. Системи зі змінною структурою.

Уявлення про дискретні системи. Класифікація дискретних систем. Класифікація імпульсних систем автоматичного керування за видами модуляції. Математичний апарат для дослідження імпульсних систем автоматичного керування. Передаточна функція розімкнутої імпульсної системи автоматичного керування. Передаточна функція замкнутої імпульсної системи автоматичного керування. Частотні характеристики імпульсних систем автоматичного керування. Стійкість імпульсних систем автоматичного керування. Якість імпульсних систем автоматичного керування. Корекція імпульсних систем автоматичного керування. Цифрові системи автоматичного керування.

Завдання оптимального керування. Методи класичного варіаційного числення. Принцип максимуму. Теорема про n -інтервалів. Динамічне програмування. Аналітичне конструювання оптимальних регуляторів. Застосування методу динамічного програмування для синтезу дискретних (цифрових) регуляторів. Адаптивні системи автоматичного керування.

Уявлення про адаптивні системи автоматичного керування. Системи екстремального керування. Динаміка екстремальних систем. Ідентифікація об'єктів керування. Принципи побудови безпошукових адаптивних систем. Адаптивні спостерігачі. Адаптивні системи з еталонною моделлю.

3 СТРУКТУРА ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ЗАВДАНЬ

Комплексне тестове завдання містить **50 запитань та завдань**, які охоплюють матеріал з основних дисциплін спеціальності і використовуються для оцінювання теоретичних знань та навичок їх практичного застосування. На кожне запитання чи завдання є чотири відповіді, з яких **тільки одна** правильна. Зразок тестового завдання наведено у додатку 1.

4 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Перед початком іспиту кожен вступник отримує повний комплект завдань і аркуш відповідей, де відмічаються правильні відповіді по кожному запитанню чи завданню. Аркуш відповідей вступником не підписується, а містить тільки шифр, який кожен вступник отримує індивідуально. Зразок аркуша відповідей наведено у додатку 2.

Шкала оцінювання - **100 балів**. За кожен правильну відповідь нараховується **2 бали**. Якщо у бланку відповідей є виправлення, за таку відповідь нараховується **1 бал**.

Якщо вступник набрав на іспиті менше **30 балів**, то він не допускається до подальшої участі у конкурсному відборі

5 СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

«Механіка рідини та газу», «Теорія лопатевих гідромашин»

1. Евтушенко А.А. Развитие теории рабочего процесса, практики конструирования и применения динамических насосов: монография / А.А. Евтушенко. – Сумы: Сумский государственный университет, 2013. – 515 с.

2. Гідравліка, гідро- та пневмопривод: підручник / за ред. О.О. Федорця, О.Ф. Саленка. – К.: Знання, 2009. – 502 с.

3. Гиргидов А.Д. Механика жидкости и газа (гидравлика): Учебник для вузов. – СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2007. – 545 с.

«Теорія автоматичного керування»

1. Теорія автоматичного управління: Підручник / За ред. Г.Ф. Зайцева. — К.: Техніка, 2002. — 668 с.

2. Гоголюк П. Ф., Гречин Т. М. Теорія автоматичного керування: Навчальний посібник. Друге видання, перероблене. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. 280 с.

3. Попович М.Г., Ковальчук О.В. Теорія автоматичного керування: Підручник. – К.: Либідь, 1997.

Схвалено на засіданні приймальної комісії.

Протокол № 07 від 04.02 2019 р.

Відповідальний секретар
приймальної комісії



(підпис) І.С. Козій

Голова
предметної комісії



(підпис) Гусак О.Г.

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова приймальної комісії_____
_____ 20__ р.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ

вступного іспиту при прийомі на навчання
для здобуття ступеня «доктор філософії» зі спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»Варіант № _____
(зазначити №)

1.	Критерій Рейнольдса – це відношення ...	A	сил в'язкості до сил інерції
		B	сил інерції до сил в'язкості
		C	сил інерції до масової сили тиску до сили інерції
		D	тиску до сили інерції
2.	До повітряної порожнини резервуару приєднано два U-подібних манометри. Робоча рідина першого – вода, другого – спирт. Яке співвідношення показів манометрів вірне?	A	$\Delta h_2 < \Delta h_1$
		B	$\Delta h_2 \geq \Delta h_1$
		C	$\Delta h_2 > \Delta h_1$
		D	$\Delta h_2 \leq \Delta h_1$
3.		A	
		B	
		C	
		D	
4.		A	
		B	
		C	
		D	

50.		A	
		B	
		C	
		D	

Голова
предметної комісії_____
(підпис)_____
(прізвище, ініціали)

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Шифр _____

АРКУШ ВІДПОВІДІ
вступного іспиту при прийомі на навчання
для здобуття ступеня «доктор філософії» зі спеціальності
133 «Галузеве машинобудування»

Варіант № _____

№ питання	A	B	C	D	№ питання	A	B	C	D	№ питання	A	B	C	D
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	21	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	41	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	42	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	23	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	43	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	24	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	44	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	45	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	26	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	46	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	27	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	47	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	28	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	48	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	29	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	49	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	50	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	31	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	32	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	33	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	34	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	35	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	36	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	37	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	38	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	39	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

УВАГА!!! Завдання мають кілька варіантів відповідей, серед яких лише один правильний. Виберіть правильний, на Вашу думку, варіант та позначте його, як показано на зразку. Кількість виправлень впливає на загальну оцінку роботи!

A	B	C	D
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Кількість правильних відповідей — _____;

Кількість балів за них — _____;

Кількість виправлень — _____;

Знято балів за виправлення — _____;

Всього балів

з врахуванням знятих —

_____ .

(числом та прописом)

Голова комісії

(підпис)

(прізвище, ініціали)

Члени комісії

(підпис)

(прізвище, ініціали)

(підпис)

(прізвище, ініціали)