



САПР ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Викладач: доктор технічних наук, доцент Гребенюк Сергій Миколайович

Кафедра: фундаментальної та прикладної математики, I корпус, ауд. 21

E-mail: gsm1212@ukr.net

Телефон: (097) 577-56-31

Інші засоби зв'язку: Moodle, Viber

Консультації: особисті – середа, з 14:30 до 16:00, I корпус, ауд. 21; дистанційні – Moodle, Viber

Освітньо-наукова програма, рівень вищої освіти:	Комп'ютерні науки доктор філософії						
Статус дисципліни:	Вибіркова						
Кредити ECTS	4	Навч. рік:	2021-2022	Рік навчання	2	Тижні	16
Вид контролю:	Залік						
Посилання на курс в Moodle	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=13022						

ОПИС КУРСУ

Метою викладання навчальної дисципліни «САПР технічних систем» є ознайомлення аспірантів з теоретичними основами та етапами створення систем автоматизованого проектування технічних систем на базі методу скінченних елементів, що надає можливості застосування набутих знань у якості інструменту для розв'язання конкретних прикладних задач. Основними завданнями вивчення дисципліни «САПР технічних систем» є формування у аспірантів цілісної системи знань та навичок щодо теорії та практики побудови САПР із застосуванням сучасного програмного забезпечення для застосування у задачах проектування деталей, механізмів та пристроїв.

Вивчення аспірантами дисципліни «САПР технічних систем» ґрунтується на ознайомленні їх з обов'язковими дисциплінами «Технології машинного навчання в обробці даних» та «Обчислювальний експеримент у комп'ютерних науках».

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Програмні результати навчання	
ПРН 1	Демонструвати системний науковий світогляд та загальний культурний кругозір; володіти техніками і технологіями критичного мислення
ПРН 7	Оволодівати сучасними знаннями та застосовувати їх у практичній діяльності; здійснювати абстрактний аналіз, оцінку і синтез нових та комплексних ідей; демонструвати відданість їх розвитку у передових контекстах професійної та наукової діяльності
ПРН 11	Здійснювати пошук, оброблення та аналіз наукової інформації, її систематизацію та узагальнення; використовувати інформаційно-комунікаційні технології у дослідницькій та викладацькій діяльності
ПРН 21	Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі



	процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямках.
ПРН 22	Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.
ПРН 26	Здійснювати вдосконалення методів розв'язання науково-прикладної задачі, критичне оцінювання отриманих результатів.

ОСНОВНІ НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ

Базові підручники, конспекти лекцій, матеріали для самостійної та індивідуальної роботи розміщені на платформі Moodle:

<https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=13022>

РОЗКЛАД КУРСУ ЗА ТЕМАМИ І КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Поточні контрольні заходи

Основними контрольними заходами є опитування теоретичного матеріалу та перевірка практичних навичок виконання самостійних робіт, які виконуються після опанування відповідної теми курсу. Всі поточні контрольні заходи та методичні рекомендації до їх виконання розташовані на платформі Moodle.

Підсумкові контрольні заходи

До підсумкових контрольних заходів відноситься виконання підсумкового індивідуального завдання та залік.

Підсумкове індивідуальне завдання містить практичні завдання, що висвітлюють основні теми курсу. Воно оцінюється у 20 балів та здається викладачу за 1 тиждень до заліку.

Залік проводиться в усній формі. Пропонується завдання, що містить 2 теоретичні питання, кожне з яких оцінюється у 10 балів. Список теоретичних питань, що вимагають обґрунтованої відповіді, розміщено на платформі Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=13022>

Тиждень і вид заняття	Тема заняття	Контрольні заходи, кількість балів
Змістовий модуль 1. Сучасні САПР технічних систем.		
Тиждень 1 Лекція 1	Основні види САПР технічних систем	Теоретична опитування (2 бали) Перевірка практичних навичок виконання самостійної роботи (2 бали)
Тиждень 2 Лекція 2	САПР на основі методу скінченних елементів	
Змістовий модуль 2. Етапи створення САПР		
Тиждень 3 Лекція 3	Побудова структури САПР	Теоретична опитування (4 бали) Перевірка практичних навичок виконання самостійної роботи (4 бали)
Тиждень 4 Лекція 4	Програмні засоби реалізації САПР	
Змістовий модуль 3. Побудова препроцесора САПР		
Тиждень 5 Лекція 5	Основні типи вхідних даних	Теоретична опитування (4 бали) Перевірка практичних навичок виконання самостійної роботи (4 бали)
Тиждень 6 Лекція 6	Побудова геометричних моделей об'єкту	

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АСПІРАНТУРА
Силабус навчальної дисципліни «САПР технічних систем»



Тиждень 7 Лекція 7	Методи дискретизації двовимірних об'єктів	<i>Теоретична опитування (4 бали)</i> <i>Перевірка практичних навичок виконання самостійної роботи (4 бали)</i>
Тиждень 8 Лекція 8	Методи дискретизації тривимірних об'єктів	
Змістовий модуль 4. Побудова процесора САПР		
Тиждень 9 Лекція 9	Основні типи скінченних елементів	<i>Теоретична опитування (4 бали)</i> <i>Перевірка практичних навичок виконання самостійної роботи (4 бали)</i>
Тиждень 10 Лекція 10	Матриця жорсткості скінченного елемента та її програмна реалізація	
Тиждень 11 Лекція 11	Глобальна матриця жорсткості об'єкта та її програмна реалізація	<i>Теоретична опитування (4 бали)</i> <i>Перевірка практичних навичок виконання самостійної роботи (4 бали)</i>
Тиждень 12 Лекція 12	Побудова системи розв'язувальних рівнянь та процедура її розв'язання	
Змістовий модуль 5. Побудова постпроцесора САПР		
Тиждень 13 Лекція 13	Способи візуального представлення великих масивів числових даних	<i>Теоретична опитування (4 бали)</i> <i>Перевірка практичних навичок виконання самостійної роботи (4 бали)</i>
Тиждень 14 Лекція 14	Візуалізація результатів розрахунків методом скінченних елементів	
Змістовий модуль 6. Застосування САПР для проектування конструкцій		
Тиждень 15 Лекція 15	Застосування САПР до розрахунку конструкції	<i>Теоретична опитування (4 бали)</i> <i>Перевірка практичних навичок виконання самостійної роботи (4 бали)</i>
Тиждень 16 Лекція 16	Аналіз та верифікація результатів застосування САПР	
Індивідуальне завдання		<i>20 балів</i>
Залік		<i>20 балів</i>

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FХ	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		



ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА

1. Баженов В.А., Гуляр О.І., Пискунов С.О., Сахаров О.С. Напіваналітичний метод скінченних елементів в задачах руйнування просторових тіл. К.: КНУБА, 2005. 298 с.
2. Бреславський Д. В., Коритко Ю. М., Татарінова О. А. Проектування та розробка скінченноелементного програмного забезпечення. Харків: Вид-во «Підручник НТУ "ХП"», 2017. 232 с.
3. Гребенюк С. М., Гоменюк С. І., Клименко М. І. Напружено-деформований стан просторових конструкцій на основі гомогенізації волокнистих композитів. Херсон: Гельветика, 2019. 350 с.
4. Киричевский В.В., Дохняк Б.М., Козуб Ю.Г., Гоменюк С.И., Киричевский Р.В., Гребенюк С.Н. Метод конечных элементов в вычислительном комплексе «МИРЕЛА+». К.: Наук. думка, 2005. 416 с.
5. Клованич С.Ф. Метод конечных элементов в нелинейных задачах инженерной механики. Запорожье: Издательство журнала “Світ геотехніки”, 2009. 400 с.
6. Толлок В.А., Киричевский В.В., Гоменюк С.И., Гребенюк С.Н., Бувайло Д.П. Метод конечных элементов: теория, алгоритмы, реализация. К.: Наук. думка, 2003. 316 с.
7. Чопоров С.В., Гребенюк С.Н., Гоменюк С.И., Гришак Д.Д., Аль-Омари М.А.В., Алатемнех Х.Х. Функциональный подход к геометрическому моделированию технических систем. Запорожье: ЗНУ, 2016. 176 с.
8. Чопоров С.В., Кудін О.В., Панасенко Є.В., Гришак Д.Д., Ігнатченко М.С. Математичне забезпечення інженерного аналізу об'єктів аерокосмічної техніки на базі хмарних технологій. Херсон: Гельветика, 2020. 300 с.
9. Grebenyuk S.M., Klymenko M.I. Finite element modeling of the stress-strain state of a composite material with a viscoelastic matrix / Mathematical and computer modelling of engineering systems: Collective monograph. Riga: Baltija Publishing. 2020. Pp. 19-34.
10. Mats G. Larson, Fredrik Bengzon. The Finite Element Method: Theory, Implementation, and Applications. Berlin: Springer Heidelberg, 2012. 385 p.
11. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Fox D.D. The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics. Oxford: Elsevier, 2014. 657 p.
12. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Nithiarasu P. The Finite Element Method for Fluid Dynamics Seventh Edition. Butterworth-Heinemann: Elsevier, 2014. 544 p.

РЕГУЛЯЦІЯ І ПОЛІТИКИ КУРСУ¹

Відвідування занять. Регуляція пропусків.

Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Аспіранти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, мусять впродовж тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені завдання мають бути відпрацьовані на найближчій консультації впродовж тижня після пропуску. Відпрацювання занять здійснюється шляхом виконання індивідуального письмового завдання. Аспіранти, які станом на початок екзаменаційної сесії мають понад 70% невідпрацьованих пропущених занять, до сесії не допускаються.

Політика академічної доброчесності

Усі письмові роботи, що виконуються аспірантами під час проходження курсу, перевіряються на наявність плагіату за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення UniCheck. Відповідно до чинних правових норм, плагіатом вважатиметься: копіювання чужої наукової роботи чи

¹ Тут зазначається все, що важливо для курсу: наприклад, умови допуску до лабораторій, реактивів і т.д. Викладач сам вирішує, що треба знати студенту для успішного проходження курсу!



декількох робіт та оприлюднення результату під своїм іменем; створення суміші власного та запозиченого тексту без належного цитування джерел; рерайт (перефразування чужої праці без згадування автора оригінального тексту). Будь-яка ідея, думка чи речення, ілюстрація чи фото, яке ви запозичуєте, має супроводжуватися посиланням на першоджерело. Приклади оформлення цитувань див. на платформі Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/mod/resource/view.php?id=103857>

Виконавці індивідуальних завдань обов'язково додають до текстів своїх робіт власноруч підписану Декларацію академічної доброчесності (див. посилання у Додатку до силабусу).

Роботи, в яких виявлено ознаки плагіату, до розгляду не приймаються і відхиляються без права перескладання. Якщо ви не впевнені, чи підпадають зроблені вами запозичення під визначення плагіату, будь ласка, проконсультуйтеся з викладачем.

Висока академічна культура та європейські стандарти якості освіти, яких дотримуються в ЗНУ, вимагають від дослідників відповідального ставлення до вибору джерел. Посилання на такі ресурси, як Wikipedia, бази даних рефератів та письмових робіт (Studopedia.org та подібні) є неприпустимим. Рекомендовані бази даних для пошуку джерел: електронні ресурси Національної бібліотеки ім. Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua>; наукометрична база Scopus: <https://www.scopus.com>; наукометрична база Web of Science: <https://apps.webofknowledge.com>

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті

Використання мобільних телефонів, планшетів та інших гаджетів під час лекційних та практичних занять дозволяється виключно у навчальних цілях (для уточнення певних даних, перевірки правопису, отримання довідкової інформації тощо). Будь ласка, не забувайте активувати режим «без звуку» до початку заняття.

Комунікація

Базовою платформою для комунікації викладача з аспірантами є платформа Moodle. Важливі повідомлення загального характеру регулярно розміщуються викладачем на форумі курсу. Для персональних запитів використовується сервіс приватних повідомлень. Відповіді на запити аспірантів подаються викладачем впродовж трьох робочих днів. Для оперативного отримання повідомлень про оцінки та нову інформацію, розміщену на платформі Moodle, будь ласка, переконайтеся, що адреса електронної пошти, зазначена у вашому профайлі на Moodle, є актуальною, та регулярно перевіряйте папку «Спам». Якщо за технічних причин доступ до Moodle є неможливим або ваше питання потребує термінового розгляду, направте електронного листа на пошту або у зазначені меседжери викладача. У листі обов'язково вкажіть ваше прізвище, ім'я та курс.



ДОДАТОК ДО СИЛАБУСУ ЗНУ – 2021-2022

ГРАФІК НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ 2021-2022 н. р.:

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ. Аспіранти і викладачі Запорізького національного університету несуть персональну відповідальність за дотримання принципів академічної доброчесності, затверджених *Кодексом академічної доброчесності ЗНУ*: <https://tinyurl.com/ya6yk4ad>. Декларація академічної доброчесності здобувача вищої освіти (додається в обов'язковому порядку до письмових кваліфікаційних робіт, виконаних здобувачем, та засвідчується особистим підписом): <https://tinyurl.com/y6wzzlu3>.

ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих аспірантами знань, навичок та вмій (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до *Положення про організацію та методу проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ*: <https://tinyurl.com/y9tve4lk>.

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання аспіранту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається *Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/y9pkmmp5>. Підстави та процедури відрахування аспірантів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються *Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/ycds57la>.

НЕФОРМАЛЬНА ОСВІТА. Порядок зарахування результатів навчання, підтверджених сертифікатами, свідоцтвами, іншими документами, здобутими поза основним місцем навчання, регулюється *Положенням про порядок визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті*: <https://tinyurl.com/y8gbt4xs>.

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються *Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/ycyfws9y>. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: *Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/yd6bq6p9>; *Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ*: <https://tinyurl.com/y9r5dpwh>.

ЗАПОБІГАННЯ КОРУПЦІЇ. Уповноважена особа з питань запобігання та виявлення корупції (Воронков В. В., 1 корп., 29 каб., тел. +38 (061) 289-14-18).

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Телефон довіри практичного психолога (061)228-15-84 (щоденно з 9 до 21).

РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ. Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь-ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ydhcsagx>.

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ. Наукова бібліотека: <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів: понеділок – п'ятниця з 08.00 до 17.00; субота з 09.00 до 15.00.

ЕЛЕКТРОННЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE): [HTTPS://MOODLE.ZNU.EDU.UA](https://moodle.znu.edu.ua)

Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресами:

- для аспірантів ЗНУ - moodle.znu@gmail.com, Савченко Тетяна Володимирівна
- для аспірантів Інженерного інституту ЗНУ - alexvasik54@gmail.com, Василенко Олексій Володимирович

У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу.

Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю <https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

Центр інтенсивного вивчення іноземних мов: <http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>

Центр німецької мови, партнер Гете-інституту: <https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocznu/nim>

Школа Конфуція (вивчення китайської мови): <http://sites.znu.edu.ua/confucius>.