

## МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ СИСТЕМ

**Викладач:** доктор фізико-математичних наук, професор Вербицький Володимир Григорович

**Кафедра:** програмного забезпечення автоматизованих систем, 9 корпус, ауд. 63

**E-mail:** verb@zsea.edu.ua

**Телефон:** (061) 227-12-31

**Інші засоби зв'язку:** Moodle (форум курсу, приватні повідомлення)

<b>Освітня програма, рівень вищої освіти:</b>	Програмне забезпечення систем Магістр						
<b>Статус дисципліни:</b>	Нормативна						
<b>Кредити ECTS</b>	5	<b>Навч. рік:</b>	2020-21	<b>Рік навчання</b>	2	<b>Тижні</b>	11
<b>Кількість годин</b>	150	<b>Кількість змістових модулів<sup>1</sup></b>	4	<b>Лекційні заняття – 22</b> <b>Лабораторні роботи – 22</b> <b>Самостійна робота – 106</b>			
<b>Вид контролю:</b>	Залік						
<b>Посилання на курс в Moodle</b>	<a href="https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=9719">https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=9719</a>						
<b>Консультації:</b> особисті – четвер, з 15:00 до 16:30, 9 корпус, ауд. 63; дистанційні – CISCO Webex, за попередньою домовленістю Запис на консультації: <a href="mailto:verb@zsea.edu.ua">verb@zsea.edu.ua</a> .							

### ОПИС КУРСУ

Курс має на меті сформувати у студентів методологічну та апаратну базу для аналізу стійкості та стабілізації нелінійних динамічних систем на основі найбільш універсального методу функцій Ляпунова, зосереджуючись в першу чергу на конструктивних підходах побудови Ф.Л. (матричне рівняння Ляпунова, метод диференціальних наслідків, градієнтний метод, метод Н.Н. Красовського) Ідеї цього методу використовуються при дослідженні як неперервних, так і дискретних систем.

Одним з важливих методологічних аспектів використання метода функцій Ляпунова є можливість його застосування в задачах керування та стабілізації різноманітних систем та спроможність знаходити необхідні для практичного застосування області притягання (області в просторі фазових змінних, в яких система гарантовано повертається до свого невимушеного стану).

Другим важливим методологічним аспектом використання методу функцій Ляпунова - можливість аналітичних оцінок, які дозволяють оцінити вплив багатьох параметрів на стійкість системи (точніше - стаціонарних станів системи, коли їх декілька). Так, наприклад, при дослідженні стійкості в просторі конструктивних параметрів, або параметрів керування є можливість спиратися на відомі результати (теореми Томсона-Тета, Четаєва) про вплив математичної структури сил на стійкість лінійних систем.

Важливою частиною курсу є використання методу Ф.Л. в задачах стабілізації по стану системи (метод Backstepping), де досліджуються відповідні модельні системи.

<sup>1</sup> 1 змістовий модуль = 15 годин (0,5 кредита ECTS)



### **Завдання дисципліни:**

- ♦ ознайомити студентів з необхідним математичним апаратом та відомими конструктивними підходами до побудови Ф.Л., аналізу стійкості та стабілізації динамічних систем;
- ♦ розвинути практичні навички з розробки програмного забезпечення для автоматизованого складання Ф.Л., аналізу стійкості стаціонарних станів динамічних систем.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати:**

- ♦ основні визначення та теоретичні положення метода Ф.Л (додатньо визначена функція, теореми про стійкість та нестійкість .;
- ♦ конструктивні підходи до побудови Ф.Л.;
- ♦ методи стабілізації динамічних систем на базі Ф.Л.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен **вміти:**

- ♦ досліджувати стійкість стаціонарних станів динамічних систем на базі побудованих Ф.Л.;
- ♦ використовувати метод Backstepping та керування по стану системи для стабілізації нестійких динамічних систем спеціального виду;
- ♦ працювати з програмними репозитаріями;

Виконання групових лабораторних робіт та підсумкових групових творчих проектів спонукає до розвитку навичок командної роботи, організаційних та лідерських якостей.

Використання програмних засобів пакету Maple під час виконання лабораторних робіт розвине як загальні, так і професійні компетенції слухачів.

## **ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

У разі успішного завершення курсу студент **зможє:**

- демонструвати геометричну інтерпретацію теорем другого методу Ляпунова;
- визначати умови знаковизначеності К.Ф.Л.;
- виділяти симетричну та кососиметричну частину матриці;
- вміти записувати в координатному вигляді та розв'язувати матричне рівняння Ляпунова;
- використовувати К.Ф.Л. в матричному вигляді та ілюструвати основні висновки про вплив структури сил на стійкість лінійної динамічної системи;
- самостійно здійснювати дослідження стійкості динамічної системи та візуалізацію динамічної поведінки системи в околі невимушеного стану;
- впевнено користуватися програмним продуктом Maple для дослідження стійкості та стабілізації динамічних систем.

## **ОСНОВНІ НАВЧАЛЬНІ РЕСУРСИ**

Презентації лекцій, плани лабораторних занять, методичні рекомендації до виконання індивідуальних дослідницьких завдань та групових творчих проектів розміщені на платформі Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=9719>

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАХОДИ**

### **Поточні контрольні заходи**

**Обов'язкові види роботи:**

**Перевірка індивідуальних завдань** (тах 4 бали) – на початку кожного практичного заняття. Зазначені у планах семінарських занять.

**Робота у групі** над розв'язанням практичного завдання, поставленого викладачем (тах 1 бал) – на кожному практичному занятті.



**Письмова контрольна робота** (тах 10 балів) – двічі на семестр, наприкінці кожного змістового модулю курсу. Контрольна робота складається з двох питань – теоретичного (дати визначення терміну, розкрити сутність поняття або теоретичного положення, тах 2 бали) та двох прикладів (тах 3 бали).

**Додаткові види роботи:**

**Індивідуальне завдання** у (тах 10 балів) виконується за бажанням студента. Гранична кількість індивідуальних завдань – не більше 2 за семестр. Усі завдання подаються виключно через платформу Moodle.

**Підсумкові контрольні заходи:**

**Усна відповідь на заліку** (тах 20 балів) передбачає розгорнуте висвітлення двох питань: теоретичного (тах 10 балів) й історико-літературного (тах 10 балів). Перелік питань див. на сторінці курсу у Moodle: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=9719>

Контрольний захід		Термін виконання	% від загальної оцінки
<b>Поточний контроль (тах 60%)</b>			
Змістовий модуль 1 (розділ 1)	Індивідуальні завдання	Тиждень 1	5
	Групова робота на семінарі	Тиждень 2	10
Змістовий модуль 2 (розділ 2)	Індивідуальні завдання	Тиждень 3	
	Групова робота на семінарі	Тиждень 4	5
	Письмова контрольна робота	Тиждень 5	10
Змістовий модуль 3 (розділ 3)	Індивідуальні завдання	Тиждень 6	5
	Групова робота на семінарі	Тиждень 8	10
Змістовий модуль 4 (розділ 4)	Індивідуальні завдання	Тиждень 9	5
	Групова робота на семінарі	Тиждень 11	5
	Письмова контрольна робота	Тиждень 11	5
<b>Підсумковий контроль (тах 40%)</b>			
Залік		Тиждень 12	20
Захист індивідуального дослідницького завдання або групового проекту		Тиждень 12	20
<b>Разом</b>			<b>100%</b>

### 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)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		



## РОЗКЛАД КУРСУ ЗА ТЕМАМИ І КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Тиждень і вид заняття	Тема заняття	Контрольне завдання	Кількість балів
<b>Змістовий модуль 1. Метод скалярних функцій Ляпунова</b>			
<p>Тиждень 1 Лекція 1</p> <p>Лаб. робота 1</p>	<p>Метод скалярних функцій Ляпунова, основні положення</p> <p>Матричне рівняння О.М. Ляпунова</p>	<p>Формулювання та геометрична інтерпретація теорем другого методу Ляпунова; умови знаковизначеності К.Ф.Л.(критерій Сильвестра); симетрична та кососиметрична матриці (через Moodle)</p> <p>Захист лаб. роботи 1</p>	5
<p>Тиждень 2 Лекція 2</p> <p>Лаб. робота 2</p>	<p>Конструктивні підходи до побудови С.Ф.Л.</p> <p>Метод диференційних наслідків; метод Н.Н. Красовського; градієнтний метод</p>	<p>Перевірка індивідуальних завдань на початку лаб. роботи (два завдання)</p> <p>Захист лаб. роботи 2</p>	5
<p>Тиждень 3 Лекція 3</p> <p>Лаб. робота 3</p>	<p>Аналіз впливу структури сил на стійкість механічних систем</p> <p>Побудова К.Ф.Л. в матричному вигляді для лінійних механічних систем різної структури</p>	<p>Перевірка індивідуальних завдань на початку лаб. роботи (два завдання)</p> <p>Захист лаб. роботи 3</p>	5
<b>Змістовий модуль 2 Аналіз стійкості динамічних моделей</b>			
<p>Тиждень 4 Лекція 4</p> <p>Лаб. робота 4</p>	<p>Аналіз стійкості моделі літака, колісного екіпажа, колісної пари вагона; аналіз стійкості найпростіших неавтономних систем</p> <p>Побудова К.Ф.Л. в матричному вигляді для лінійних механічних систем різної структури</p>	<p>Перевірка індивідуальних завдань на початку лаб. роботи (два завдання)</p> <p>Захист лаб. роботи 4</p>	5



Тиждень 5 Лекція 5	Оцінка області притягання нелінійної автономної динамічної системи	<i>Письмова контрольна робота за матеріалом 1-2 змістовного модуля</i>	5
Лаб. робота 5			Захист лаб. роботи 5 5
<b>Змістовий модуль 3. Автоматизоване керування динамічних систем</b>			
Тиждень 6 Лекція 6	Системи автоматизованого керування та стабілізації динамічних систем, від'ємний зворотній зв'язок	<i>Аналіз контрольної роботи за матеріалом змістовного модуля</i>	5
Лаб. робота 6	Оцінка області притягання динамічних систем спеціального виду в Maple		Захист лаб. роботи 6
Тиждень 7 Лекція 7	Задачі синтезу керування нелінійними динамічними системами, функція керування Ляпунова	Перевірка індивідуальних завдань на початку лаб. роботи (два завдання)	5
Лаб. робота 7	Побудова функцій керування Ляпунова в задачах стабілізації		Захист лаб. роботи 7
Тиждень 8 Лекція 8	Метод backstepping стабілізації нелінійних динамічних систем	Перевірка індивідуальних завдань на початку лаб. роботи (два завдання)	5
Лаб. робота 8	Реалізація методу backstepping для модельних лінійних систем		Захист лаб. роботи 8
<b>Змістовий модуль 4. Автоматизоване стабілізації динамічних систем</b>			
Тиждень 9 Лекція 9	Стабілізація реверсного руху неголономної моделі двохланкового екіпажа методом backstepping	Перевірка індивідуальних завдань на початку лаб. роботи (два завдання)	5
Лаб. робота 9	Реалізація методу backstepping для модельних нелінійних систем		Захист лаб. роботи 9



Тиждень 10 Лекція 10	Аналіз умов стійкості системи корабель-автостерно (стабілізація курсу пароплава)	Захист лаб. роботи 10	5
Лаб. робота 10	Синтез керування системи корабель-автостерно		
Тиждень 11 Лекція 11	Оглядова лекція за курсом та обговорення результатів групових проєктів	<i>Письмова контрольна робота за матеріалом 3-4 змістовного модуля</i>	5
Лаб. робота 11			

## ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА

### *Підручники*

1. Slotine, J.-J.E., Li, W. Applied nonlinear control. Prentice-Hall, Inc. 1991. (3. Fundamentals of Lyapunov Theory pp. 40-97)
2. Четаев Н.Г. Устойчивость движения. Москва : Наука. 1990.

### *Посібники*

Стійкість положень рівноваги та стаціонарних станів механічних систем з одним та двома ступенями вільності. Київський інститут залізничного транспорту. Київ. 2000. - 45 С.

### *Презентації*

#### **1.Backstepping: From simple designs to take-off**

Time and place: 2005-01-27, [Div. of Automatic Control](#), Linköping University

<http://research.harkegard.se/>

#### **2.Autonomous Systems - Introduction**

HARDWARE. PLAN. AUTONOMOUS SYSTEMS. INTRODUCTION. Harry G. Kwatny. Department of Mechanical Engineering & Mechanics. Drexel University.



[http://www.pages.drexel.edu/~hgk22/courses/MEM380\\_800/MEM380-Lecture1.pdf](http://www.pages.drexel.edu/~hgk22/courses/MEM380_800/MEM380-Lecture1.pdf)

### 3. Nonlinear Control Theory

Kwatny, H. G. and Blankenship, “Nonlinear Control & Analytical. Mechanics,” Birkhauser, 2000 – Obtain update from **H. Kwatny**. Mathematica, Student Version [http://www.pages.drexel.edu/~hgk22/courses/MEM636\\_638/Lecture01-Intro.pdf](http://www.pages.drexel.edu/~hgk22/courses/MEM636_638/Lecture01-Intro.pdf)

(<https://drexel.edu/search/?q=H.%20Kwatny>)

#### *Додаткові джерела*

1. **Chutipon Pukdeboon**. A Review of Fundamentals of Lyapunov Theory. The Journal of Applied Science [2011] Vol. 10 No. 2, pp. 55-61.
2. **Ayasun, C. O. Nwankpa, and H. G. Kwatny**, “Voltage Stability Toolbox (VST) for Power System Education and Research,” IEEE Transactions on Education, Vol. 49, November, 2006, pp 432-44.
3. **V. Jurdjevic, J.P. Qunn**. Controllability and Stability, J. Diff. Eqs, 1978.
4. **Aström, K. J., Murray, R. M.** Feedback Systems electronic edition of *Feedback Systems* and is available from <http://www.cds.caltech.edu/~murray/amwiki>.

#### *Програмні продукти:*

Voltage Stability Toolbox files that are available at our homepage: <http://power.ece.drexel.edu/>

## РЕГУЛЯЦІЯ І ПОЛІТИКИ КУРСУ<sup>2</sup>

### **Відвідування занять. Регуляція пропусків.**

*Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Студенти, 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 усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання шляхом виконання індивідуального письмового завдання.*

---

<sup>2</sup> 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!



Студенти, які станом на початок екзаменаційної сесії мають понад 70% невідпрацьованих пропущених занять, до відпрацювання не допускаються.

### **Політика академічної доброчесності**

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

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

Роботи, у 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 у 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>

### **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.

Під час виконання заходів контролю (термінологічних диктантів, контрольних робіт, іспитів) використання гаджетів заборонено. У разі порушення цієї заборони роботу буде анульовано без права перескладання.

### **Комунікація**

Базовою платформою для комунікації викладача зі студентами є Moodle.

Важливі повідомлення загального характеру – зокрема, оголошення про терміни подання контрольних робіт, коди доступу до сесій у Cisco Webex та ін. – регулярно розміщуються викладачем на форумі курсу. Для персональних запитів використовується сервіс приватних повідомлень. Відповіді на запити студентів подаються викладачем впродовж трьох робочих днів. Для оперативного отримання повідомлень про оцінки та нову інформацію, розміщену на сторінці курсу у 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 з позначкою «Важливо» на адресу [verb@zsea.edu.ua](mailto:verb@zsea.edu.ua). У листі обов'язково вкажіть ваше прізвище та ім'я, курс та шифр академічної групи.



## ДОДАТОК ДО СИЛАБУСУ ЗНУ – 2020-2021

### ГРАФІК НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ 2020-2021 н. р. (зіпосилання на сторінку сайту)

**АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ.** Студенти 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 студентами знань, навичок та вмінь (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 студенту 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 студентів, 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/ycyfws9v>. 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 студентів ЗНУ - [moodle.znu@gmail.com](mailto:moodle.znu@gmail.com), Савченко Тетяна Володимирівна
- для студентів Інженерного інституту ЗНУ - [alexvask54@gmail.com](mailto:alexvask54@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>.