



Додаток 1

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО**

Кафедра конструювання машин  
Механіко-машинобудівний інститут

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ АДДИТИВНИХ ПРОЦЕСІВ**

Освітня програма "Технологія конструювання верстатів, роботів і машин"  
другого (магістерського) рівня вищої освіти

Спеціальність: 131 Прикладна механіка  
Галузь знань: 13 Інженерія

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 2021 р.

м. Київ - 2021

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація.
2. Анотація до дисципліни.
3. Мета і завдання дисципліни (формування загальних фахових компетенцій).
4. Формат дисципліни.
5. Програмні результати навчання.
6. Обсяг дисципліни.
7. Ознаки дисципліни.
8. Пререквізити.
9. Технічне й програмне забезпечення /обладнання.
10. Політика курсу.
11. Навчально-методична карта дисципліни.
12. Система оцінювання та вимоги.
13. Рекомендована література.

## 1 Загальна інформація

Назва дисципліни	<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ АДДИТИВНИХ ПРОЦЕСІВ У МАШИНОБУДУВАННІ</b>
Викладач	САЛЕНКО ОЛЕКСАНДР ФЕДОРОВИЧ, ДОКТ.ТЕХН.НАУК, ПРОФЕСОР
Контактний телефон	097 717 37 44
E-mail:	Salenko2006@gmail.com
Google Scholar	<a href="https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=list_works&amp;hl=ru&amp;user=jEFFlyAAAAAJ&amp;gmla=AJsN-F55Z6wz9vzRcCXdR0Vi9AzFfmYWWTiBZoBzObh_L64zi9ZSAjkg-jCscsN-t_cMQrtFhrbap9HvFTimZ7A6DFMOGYLSCGYtQ5SdolRFUVtJGxJRAHQ6fuAIODvA4UMB3oPf5EmopcIZFilgTUn2NCxazvEKg">https://scholar.google.com.ua/citations?view_op=list_works&amp;hl=ru&amp;user=jEFFlyAAAAAJ&amp;gmla=AJsN-F55Z6wz9vzRcCXdR0Vi9AzFfmYWWTiBZoBzObh_L64zi9ZSAjkg-jCscsN-t_cMQrtFhrbap9HvFTimZ7A6DFMOGYLSCGYtQ5SdolRFUVtJGxJRAHQ6fuAIODvA4UMB3oPf5EmopcIZFilgTUn2NCxazvEKg</a>
Scopus	<b>Author ID: 56310735800</b> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56310735800">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56310735800</a>
Web of Science	<b>ResearcherID: K-3222-2018</b> <a href="https://publons.com/researcher/3522559/alexandr-salenko/">https://publons.com/researcher/3522559/alexandr-salenko/</a>
ORCID	<b>ID: 0000-0002-5685-6225</b> <a href="https://orcid.org/0000-0002-5685-6225">https://orcid.org/0000-0002-5685-6225</a>
Консультації	<i>Очні консультації за попередньою домовленістю Вівторок та Середа з 14.00 до 15.00</i> <i>Онлайн консультації за попередньою домовленістю Viber (+380977173744) в робочі дні з 10.00 до 15.30</i>

## 2 Анотація до дисципліни

На сучасному етапі розвитку сучасної технології науково технічний прогрес знаходить своє відображення в якісних змінах знарядь праці, продуктах праці, у впровадженні нових автоматизованих технологічних процесів як у системах матеріального виробництва так і у системах управління різних рівнів. В результаті з'являються нові вироби й технології, змінюється номенклатура послуг, що надаються підприємствам, установам та фізичним особам, виникають принципово нові економічні об'єкти. Відбувається подальше зростання складності технічних об'єктів і систем, розширюється коло їх інформаційної взаємодії, збільшується невизначеність поведінки технічних систем в умовах швидкозмінного зовнішнього середовища. Всі ці явища вимагають швидкого, адекватного реагування шляхом створення нових складних виробів у малих обсягах (практично одиничне виробництво), для яких аддитивні процеси є найбільш ефективним засобом.

Такі процеси знаходять використання у різних галузях народного господарства України.

Сама технологія «тривимірного друку» з'явилася в кінці 80-х рр. XX ст. Піонером у цій галузі була компанія 3D Systems, яка розробила першу комерційну Стереолітографічну машину - SLA - Stereolithography Apparatus (1986 г). До середини 90-х рр. вона використовувалася головним чином в науково-дослідній і дослідно-конструкторській діяльності, пов'язаної з оборонної промисловістю. Перші лазерні машини - спочатку Стереолітографічні (SLA-машини), потім порошкові (SLS-машини), були надмірно дорогі, вибір модельних матеріалів - досить обмежений.

Широке поширення цифрових технологій в області проектування (CAD), моделювання та розрахунків (CAE) і механічної обробки (CAM) стимулювало вибуховий характер розвитку технологій 3D-друку, і в даний час вкрай складно вказати область матеріального виробництва, де в тій чи іншій мірі не використовувалися б 3D-принтери. Цифрові 3D-технології відкрили унікальні можливості відтворення найскладніших просторових форм, об'єктів та інженерних конструкцій, механізмів. Водночас 3D-технології - це тест на інтелектуальний рівень науки, освіти, а також професійної кваліфікації трудових ресурсів і індустріального розвитку.

Аддитивні технології (від англійського Additive Fabrication) - узагальнена назва технологій, які передбачають виготовлення виробу за даними цифрової моделі (або CAD-моделі) методом пошарового додавання (add, англ. - додавати, звідси і назва) матеріалу.

Як показує інженерна практика, спеціалістам, задіяним у створенні та експлуатації складних технічних систем, конче необхідні знання у галузі методів і прийомів проведення наукових досліджень складних технічних систем, внаслідок чого можуть бути виявлені порушення сталості в роботі таких систем, оцінена надійність функціонування в тих чи інших умовах, визначені напрямки удосконалення елементів, вузлів, компонентів та підсистем складних технічних систем.

Тож вивчення основ зазначених технологій, їх дослідження методами прямого та непрямого експериментів, направлених на встановлення закономірностей функціонування та забезпечення надійності аддитивного процесу поліпшить конкурентні переваги фахівця спеціальності 131- прикладна механіка, зробить його більш затребуваним на сучасному ринку.

### **3 Мета і завдання дисципліни**

**Метою** вивчення навчальної дисципліни є засвоєння матеріалу та набуття досвіду застосування системного підходу для розв'язування інженерних завдань, використання поверхневого та твердотілого моделювання для створення 3-D моделей деталей і вузлів, підвищити ефективність використання комп'ютерної техніки для моделювання технічних об'єктів та систем шляхом відтворення каркасного, твердотілого та поверхневого моделювання деталей.

Предметна область дисципліни - теоретичне, комп'ютерне та експериментальне забезпечення та дослідження

сучасних науково-технічних проблем прикладної механіки і вирішення задач динаміки, міцності, оптимізації, ресурсу, надійності та безпеки конструкцій і машин, композитних структур, споруд, пристроїв і агрегатів;

Тож у студентів відповідно до Стандарту вищої освіти магістрів спеціальності 131 – Прикладна механіка – будуть сформовані компетенції (або частково розширені):

1. Здатність планувати і проводити експериментальні дослідження при створенні твердотільних моделей і виробів та аналізувати дані, отримані від них. Здатність скоротити число дослідів, знайти оптимум, отримати кількісні оцінки впливу чинників і визначити помилки.
2. Експериментальні навички. Вміти проводити експерименти під наглядом наставника, а також описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані і бути знайомим з найбільш важливими експериментальними методами.
3. Здатність формулювати складні проблеми оптимізації і прийняття рішень, а також інтерпретувати рішення у вихідних контекстах проблем. Здатність досліджувати моделі технічних систем для отримання оптимальних параметрів конструкції, технологічних режимів.
4. Здатність розв'язувати проблеми. Здатність формулювати, аналізувати та синтезувати рішення наукових проблем і задач прикладної механіки на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові, які можна дослідити окремо в їх більш та менш важливих аспектах.
5. Дослідницькі навички. Здатність формулювати (роблячи презентації, або представляючи звіти) нові гіпотези та наукові задачі в області прикладної механіки, вибирати належні напрями і відповідні методи для їх розв'язку, беручи до уваги наявні ресурси.

#### **4 Формат дисципліни**

Для денної форми навчання:

Викладання курсу передбачає для засвоєння дисципліни традиційні лекційні заняття із застосуванням електронних презентацій, поєднуючи із практичними роботами. Допускається також дистанційне викладання дисципліни, у разі наявності у слухачів засобів обчислювальної техніки для проведення спільних обговорень (засобами ZOOM, SKIPE тощо) а також спеціального програмного забезпечення (зокрема, SkiLAB (free software))

Основний формат спілкування зі студентами - очний (offline / Face to face)

Для заочної форми навчання:

Під час сесії формат очний (offline / Face to face), у міжсесійний період – дистанційний (online).

### 5 Результати навчання

В процесі навчання будуть опановані нові компетенції:

- 1) 3-д проектування та моделювання та виготовлення деталей і виробів;
- 2) підсилені компетенції з програмування систем ЧПК, побудованих на базі однокристалльних мікроПЕОМ
- 3) Студенти навчатимуться використовувати спеціальне програмне забезпечення для підготовки керуючих програм сучасних 3-д принтерів, оволодіють знаннями з спеціального матеріалознавства, матимуть змогу визначати можливості застосування того чи іншого процесу для виготовлення конкретних елементів і конструкцій в цілому.

#### Набути соціальних навичок (soft-skills):

- активно використовувати новітні досягнення у галузі аддитивних процесів і технологій;
- здійснювати професійну комунікацію, ефективно пояснювати і презентувати матеріал, взаємодіяти в проектній діяльності;
- небайдуже ставлення до участі у громадських суспільних заходах, спрямованих на підтримку здорового способу життя оточуючих.

### 6 Обсяг дисципліни

Вид заняття	Кількість годин
лекції	36
лабораторні	18
самостійна робота	54
Курсове проектування	-
Всього	108

## 7 Ознаки дисципліни

Рік викладання	Курс (рік навчання)	Семестр	Спеціальність	Кількість кредитів / годин	Кількість змістових модулів	Вид підсумкового контролю	Нормативна / вибіркова
2021-2022	1 (магістр)	2	131 – прикладна механіка		2	залік	<b>Вибіркова</b>

## 8 Пререквізити

Ефективність засвоєння змісту дисципліни «ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ АДДИТИВНИХ ПРОЦЕСІВ» значно підвищиться, якщо студент попередньо опанував матеріал таких дисциплін як: Фізика; Вища математика; Комп'ютерна техніка та програмування; Інженерна та комп'ютерна графіка; Технології конструкційних матеріалів.

## 9 Технічне й програмне забезпечення /обладнання

У період сесії бажано мати мобільний пристрій (телефон) для оперативної комунікації з адміністрацією та викладачами з приводу проведення занять та консультацій. У міжсесійний період необхідно мати засоби комп'ютерної техніки (із виходом у глобальну мережу) та оргтехніку для комунікації з адміністрацією, викладачами та підготовки (друку) рефератів, курсового проекту та виконання самостійних робіт. Окрім того, лабораторні заняття передбачають виготовлення деталей із філаменту різного складу, що потребує неухильного відвідування занять.

## 10 Політика дисципліни

### Академічна доброчесність:

Очікується, що студенти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення.

### Відвідування занять:

Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають лекції і лабораторні заняття курсу. Пропущені заняття повинні бути відпрацьовані не пізніше, ніж за тиждень до залікової сесії. Слід звернути на лабораторні заняття. Їх необхідно відпрацьовувати вчасно, оскільки на заняттях передбачається витрата вартісних матеріалів.

### Поведінка на заняттях:

**Недопустимість:** запізнь на заняття, списування та плагіат, несвоєчасне виконання поставленого завдання.

При організації освітнього процесу в КПІ ім. І.Сікорського студенти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення навчальних дисциплін вільного вибору; Положення про рубіжний контроль успішності і сесійну атестацію студентів КПІ ім.І.Сікорського; Кодексу академічної доброчесності.

### 11 Навчально-методична карта дисципліни

Тиждень, дата, години	Тема, основні питання (розкривають зміст і є орієнтирами для підготовки до модульного і підсумкового контролю)	Форма діяльності (заняття) /формат	Матеріали	Література, інформаційні ресурси	Завдання, години	Вага оцінки	Термін виконання
<b>Змістовний модуль 1.Принципи та засоби аддитивного виробництва.</b>							
Тиж. 1	<b>Тема 1. Термінологія і класифікація аддитивних процесів.</b> Історичний аспект технологій аддитивного виробництва..Типи використовуваного обладнання	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація		Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему:	2 бали	Самостійна робота до 2 тижня
Тиж. 2	<b>Тема 1. Основи створення моделей для FDM 3-D друку</b>	Лабораторне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з лабораторної роботи	1 бал	Самостійна робота до 2 тижня
Тиж. 2	<b>Тема 2. Аддитивні машини. Принципи машин BED Deposition and Direct Deposition.</b> Основи будови зазначених машин. Використовувані матеріали і засоби. Джерела теплоти. Розміщення об'єктів на	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація		Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему:	2 бали	Самостійна робота до 3 тижня



	робочих столах обладнання.						
Тиж. 4	<b>Тема 2. Створення керуючих програм для машин 3-д друку типу DUPLICATOR, ANYCUBIC</b>	Лабораторне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з лабораторної роботи	1 бал	Самостійна робота до 4 тижня
Тиж. 3,4	<b>Тема 3. Машини і обладнання для вирощування металевих виробів.</b> Основні механізми формування робочих шарів моделі. Явища теплопоглинання та теплопереносу у системі. Забезпечення точності друку	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація		Самостійно опрацювати теоретичний матеріал.	2 бали	Самостійна робота до 4 тижня
Тиж. 6	<b>Тема 3.2. Видрукування тестових деталей</b>	Лабораторне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з лабораторної роботи, представити тестову деталь	4 бали	Самостійна робота до 6 тижня
Тиж. 5,6	<b>Тема 4. Аддитивні технології та порошкова металургія.</b> Задачі створення моделей та виробів. Фазові та структурні перетворення під час процесу. Проблеми точності. Проблеми порожнистості деталей.	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація		Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему	2 бали	Самостійна робота до 6 тижня

Тиж. 8	<b>Тема 4. Створення виробу за завданням викладача</b>	Лабораторне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з лабораторної роботи, представити виріб	5 бали	Самостійна робота до 8 тижня
Тиж. 7,8	<b>Тема 5. Компютерна томографія та контроль готових виробів</b> Принцип компютерної томографії виробів. Проблеми збору інформації. Обмін інформацією, її накопичення, зберігання та обробка. Використання засобів ультразвукового контролю для проведення діагностики виробів	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація		Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему:	2 бали	Самостійна робота до 8 тижня
Тиж. 9	<b>Контроль змістовного модулю №1</b>	Тест	Тест	moodle.kntu.kr.ua	Виконати тестове завдання	4 бали	До 9 тижня
<b>Змістовний модуль 2. Дослідження адитивних процесів на основі аналізу FDM-друку</b>							
Тиж. 10,11	<b>Тема 6. Застосування FDM-процесу для виготовлення моделей і деталей машинобудування</b> Особливості створення моделей і деталей машинобудування. Вимоги з точності. Вимоги зі щільності вимоги з міцності деталей	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація		Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему:	2 бали	Самостійна робота до 11 тижня

	Забезпечення сталих умов друку встановленням теплових екранів та баластних елементів.						
Тиж. 11	<b>Тема 6.1. Друк тонких легкодеформівних елементів.</b>	Лабораторне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з лабораторної роботи. Надрукувати задану деталь	2 бал	Самостійна робота до 12 тижня
Тиж. 12-13	<b>Тема 7 Дослідження процесів вирощуванн виробів із закладними елементами.</b> Можливість встановлення закладних елементів. Забезпечення сумісності характеристик друкованих виробів із закладними елементами. Проблеми виникнення концентраторів напружень	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація		Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему:	2 бали	Самостійна робота до 13 тижня
Тиж. 13	<b>Тема 7.1. Дослідження точності та відтворюваності процесів при друкуванні тестових деталей.</b>	Лабораторне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з лабораторної роботи. Представити статистичне опрацювання даних	2 бал	Самостійна робота до 13 тижня
Тиж. 14	<b>Тема 8. Методи параметричної оптимізації</b>	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація		Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на	2 бали	Самостійна робота до 15 тижня

	<b>структурно-складних технічних систем</b> Постановка задачі. Вибір відповідних критеріїв. Композиція та декомпозиція складної технічної системи				тему:		
Тиж.15	<b>Тема 8.1. дослідження анізотропії властивостей надрукованих деталей</b>	Лабораторне заняття / <i>Face to face</i>	Методичні рекомендації		Виконати та захисти звіт з лабораторної роботи. Встановити основні механічні характеристики зразків	4 бал	Самостійна робота до 15 тижня
Тиж. 15	<b>Тема 9. Надійність процесу 3-д друку.</b> Причини втрати сталості під час вирощування деталей. Матеріальне та технічне забезпечення процесу. Відновлення процесу після різних видів збоїв. Дефектність виробів	Лекція / <i>Face to face</i>	Конспект лекцій / презентація		Самостійно опрацювати теоретичний матеріал. Підготувати доповідь на тему: –	2 бали	Самостійна робота до 15 тижня
Тиж. 16	<b>Змістовний контроль №2</b>	Тест	Тест		Виконати тестові завдання	4 бали	До 16 тижня

## 12 Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий, ректорський.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю студентів, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль. Форма підсумкового контролю: екзамен.

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни «Наукові дослідження складних технічних систем» здійснюється згідно з кредитною трансферно-накопичувальною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 50 балів, і рейтингу з атестації (екзамен) - 50 балів.

### Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
95-100	A	відмінно	зараховано
85-94	B	Дуже добре	
75-84	C	добре	
65-74	D	задовільно	
61-64	E	достатньо	
60	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

*Критерії оцінювання.* Еквівалент оцінки в балах для кожної окремої теми може бути різний, загальну суму балів за тему визначено в навчально-методичній карті. Розподіл балів між видами занять (лекції, практичні заняття, самостійна робота) можливий шляхом спільного прийняття рішення викладача і студентів на першому занятті: оцінку «відмінно» (95-100 балів, A) заслуговує студент, який:

- всебічно, систематично і глибоко володіє навчально-програмовим матеріалом;
- вміє самостійно виконувати завдання, передбачені програмою, використовує набуті знання і вміння у нестандартних ситуаціях;
- засвоїв основну і ознайомлений з додатковою літературою, яка рекомендована програмою;
- засвоїв взаємозв'язок основних понять дисципліни та усвідомлює їх значення для професії, яку він набуває;
- вільно висловлює власні думки, самостійно оцінює різноманітні життєві явища і факти, виявляючи особистісну позицію;
- самостійно визначає окремі цілі власної навчальної діяльності, виявив творчі здібності і використовує їх при вивченні навчально-програмового матеріалу, проявив нахил до наукової роботи.

Оцінку «дуже добре» (85-94 бали, В) заслуговує студент, який

- припустився певних неточностей при наданні визначень за основними поняттями, однак засвоїв матеріал у повному обсязі, може грамотно и мотивовано відповідати за питання, обшрнтовано доводить власну думку;
- має здатність до самостійного пошуку інформації, а також до аналізу, постановки і розв'язування проблем професійного спрямування;

Оцінку "добре" (75-84 балів, С) - заслуговує студент, який:

- в загальному роботу виконав, але відповідає на екзамені з певною кількістю помилок;
- вміє порівнювати, узагальнювати, систематизувати інформацію під керівництвом викладача, в цілому самостійно застосовувати на практиці, контролювати власну діяльність;
- опанував навчально-програмний матеріал, успішно виконав завдання, передбачені програмою, засвоїв основну літературу, яка рекомендована програмою;

Оцінку "задовільно" (65-74 бали, D) - заслуговує студент, який:

- знає основний навчально-програмний матеріал в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії;
- виконує завдання, але при рішенні допускає значну кількість помилок;
- ознайомлений з основною літературою, яка рекомендована програмою;
- допускає на заняттях чи екзамені помилки при виконанні завдань, але під керівництвом викладача знаходить шляхи їх усунення.

Оцінку "достатньо" (60-64 бали, E) - заслуговує студент, який:

- володіє основним навчально-програмним матеріалом в обсязі, необхідному для подальшого навчання і використання його у майбутній професії, а виконання завдань задовольняє мінімальні критерії. Знання мають репродуктивний характер.

Оцінка "незадовільно" (35-59 балів, FX) - виставляється студенту, який:

- виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

Оцінку "незадовільно" (35 балів, F) - виставляється студенту, який:

- володіє навчальним матеріалом тільки на рівні елементарного розпізнавання і відтворення окремих фактів або не володіє зовсім;
- допускає грубі помилки при виконанні завдань, передбачених програмою;

– не може продовжувати навчання і не готовий до професійної діяльності після закінчення університету без повторного вивчення даної дисципліни.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання практичних індивідуальних завдань. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістові модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 50 балів, і рейтингу з атестації (залік) - 50 балів.

### Розподіл балів, які отримують студенти при вивченні дисципліни "Наукові дослідження складних технічних систем"

Поточне тестування та самостійна робота																	
Змістовий модуль 1								Змістовий модуль 2								Екзамен	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	ЗК1	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	ЗК2		
3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	4	50	100

Примітка: T1, T2,...,T14 – тема програми, ЗК1, ЗК2- підсумковий змістовий контроль

### 12 Рекомендована література

1. 3-D Printing Manufacturing Process is Here; Independent global forum for the Unmanned Aircraft Systems community, UAS Vision [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.uasvision.com>.
2. 5-akselinen pustykarainen työstökeskus MATSUURA MAM72- 35V on uudistunut. 18.12.2012. URL: <http://www.makrum.fi>.
3. Ahsan M.N. et. al. A comparatine study of laser direct metal deposition characteristics using gas and plasma-atomized Ti-6Al-4V powders // Materials Science and Engineering. – 2011. – P. 7648-7657.
4. Ahsan M.N. et. al. A comparison of laser additive manufacturing using gas and plasma-atomized Ti-6Al-4V powders // Innovative Developments in Virtual and Physical Prototyping. – London: Taylor & Francis Group, 2012.
5. Al Dean. STL-формат для быстрого прототипирования. Часть I. Вывод в формате STL // CAD/CAM/CAE Observer. – 2005. – № 5 (23). – С. 64-69.
6. Al Dean. STL-формат для быстрого прототипирования. Часть II. Реальный опыт вывода STL-файлов // CAD/CAM/CAE Observer. – 2005. – № 6 (24). – С. 65-69.

7. Barsoum M., Ali M., El-Raghy T. Processing and Characterization of Ti<sub>2</sub>AlC, Ti<sub>2</sub>AlN and Ti<sub>2</sub>AlC<sub>0,5</sub>N<sub>0,5</sub> // Metall. Mater. Trans. A. – 2000. – Vol. 31a. – P. 1857-1865.
8. Beyer E. New Industrial Systems & Concepts for Highest Laser Cladding Efficiency. Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik. MAY 6, 2011 in LASER CLADDING, LASER MANUFACTURING [Электронный ресурс]. URL: <http://www.lia.org>.
9. Boulos M. Plasma power can make better powders. Metal Powder Report. 2004. – Vol. 59. – Issue 5. – P. 16-21. 185
10. Calka A., Radlinski A.P. Mechanical Alloying of High Melting Point Intermetallics // Mater. Sci. and Eng. A. – 1993. – Vol. 134. – P. 1366-1389.
11. Calka A., Williams J.S. Synthesis of Nitrides by Mechanical Alloying // Mechanical Alloying. Materials Science Forum, Kyoto, Japan / Trans. Tech. Publication c/o Ashgate Publishing Co. – USA, 1992. – P. 787-794.
12. Chen H.S., Park B.K. Role of Chemical Bonding in Metallic Glasses // Acta Metallurgica. – 1973. – Vol. 24. – № 4. – P. 395-400.
13. Chen H.S. The Glass Transition Temperature in Glassy Alloys: Effect of Atomic Sizes and the Heat of Mixing // Acta Metallurgica. – 1974. – Vol. 22. – № 22. – P. 897-900.
14. Donachie M.J. Donachie S. Superalloys: A Technical Guide, 2nd Ed. – ASM International, 2002. – 438 p.
15. El-Es Kandarany M.S., Sumiyama K., Ao Ki K., Suzuki K. Reactive Ball Mill for Solid State Synthesis of Metal Nitrides Powders // Mechanical Alloying. Materials Science Forum, Kyoto, Japan / Trans. Tech. Publication c/o Ashgate Publishing Co., USA. – 1992. – P. 801-805.
16. Finkel P., Barsoum M.W., El-Raghy T. Low Temperature Dependencies of the Elastic Properties of Ti<sub>4</sub>AlN<sub>3</sub>, Ti<sub>3</sub>Al<sub>1,1</sub>C<sub>1,8</sub> and Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub> // J. Appl. Phys. – 2000. – № 87. – P. 1701.
17. Fngelo H. C., Subramanian R. Powder Metalurge: Science, technology and application. – New Dehli, 2009.
18. Gilman P.P., Benjamin J.S. Mechanical alloying // Ann. Rev. Materials Sci. – 1933. – Vol. 13. – P. 279-330.
19. Goretzki H. Untersuchung der magnetischen elektrischen und thermoelektrischen Eigenschaften der Karbide und Nitride der 4a und 5aUber gangsmetalle. Dissertation, Universitat Wien, 1963. – S. 156.
20. Greul M. Metal and ceramic prototypes using the Multiphase Jet Solidification (MJS) process Metallische und keramische Prototypen mit 186 dem Multiphase jet Solidification (MJS) Verfahren. Fraunhofer IFAM // Conference on Rapid Tooling & Manufacturing, 1997.
21. Hohmann M., Brooks G., Spiegelhauer C. Production methods and applications for high-quality metal powders and sprayformed products. Produktionsmethoden und Anwendungen fur qualitativ hochwertige Metallpulver und spruhkompaktierte



Halbzeuge. Stahl und Eisen. – 2005.

22. Iwamoto N., Vesakas P. Поведение при механическом легировании систем металл-кремний // Funtai Oyobi Funmatsu Yakin / Journal of the Jap. Soc. Powder & Powder Technology. – 1991. – Vol. 37. – № 5. – P. 652-655.

23. Khoshnevis B. et al. Metallic part fabrication using Selective Inhibition Sintering (SIS). Department of Industrial and Systems Engineering University of South California, Los Angeles, CA 90089, USA. [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.google.com>.

24. Kobayashi K., Takayanagi T., Ohta W., Ohnaka A. Влияние процесса механолегирования на металлокерамические сплавы // J. Jap. Soc. Powder & Powder Met. – 1992. – Vol. 38. – P. 51-54.

25. Koch C.C. Materials Synthesis by Mechanical Alloying // Annual Reviews of Materials Science. – 1988. – Vol. 19. – P. 18.

26. Koyano T., Lee G.H. Formation of Iron-Nitrides by Mechanical Alloying in NH<sub>3</sub> Atmosphere // Mechanical Alloying. Materials Science Forum, Kyoto, Japan / Trans. Tech. Publication c/o Ashgate Publishing Co., USA. – 1992. – P. 809-816.

27. Louvis E. et. al. Selective laser melting of aluminium components. Journal of Materials Processing Technology. Department of Engineering, The University of Liverpool, Liverpool L69 3GH, United Kingdom. – 2011. – Vol. 211. – P. 275-284.

28. Oehring M., Bormann R. Int. Symp.on Amorphization by Solid State Reaction. Grenoble // Legresy E de Physique, Colloquia. – 1990. – Vol. 51. – P. 4-169. 187

29. Ogino Y., Miki M., Yamasaki T., Inuma T. Preparation of Ultrafine-Grained TiN and (Ti,Al)N Powders by Mechanical Alloying // Mechanical Alloying. Materials Science Forum, Kyoto, Japan / Trans. Tech. Publication c/o Ashgate Publishing Co., USA. – 1992. – P. 795-800.

30. Robbie Adams, ION FUSION FORMATION, Pat. US 6,680,456 B2, Jan. 20, 2004.

31. Sabina L. Campanelli et. Al. Capabilities and Performances of the Selective Laser Melting Process. Polytechnic of Bari, Department of Management and Mechanical Engineering, Viale Japigia, 182 Italy [Электронный ресурс]. URL: <http://cdn.intechweb.org/pdfs/12285.pdf>.

32. Schwartz R.B., Srinivasan S., Desh P.B. Synthesis of Metastable Aluminium-Based Intermetallics by Mechanical Alloying // Mechanical Alloying. Materials Science Forum, Kyoto, Japan / Trans. Tech. Publication c/o Ashgate Publishing Co., USA. – 1992. – P. 595-602.

33. Senna M., Okamoto K. Rapid Synthesis of Ti-and Zr-nitrides under Tribochemical Conditions // Solid State Ionics. – 1989. – Vol. 32/33. – № 1. – P. 453-460.

34. Shingu P.H. Mechanical Alloying. Proceedings of the Int. Symp. on Mechanical Alloying, Kyoto, Japan // Trans. Tech.

Publications c/o Ashgate Publishing Co., Brookfield, USA. – 1992. – P.828.

35. Tanaka T., Hasu S., Nakagawa K., Ishihara K., Schin-gu P. Mechanical Alloying of Fe-C and Fe-C-Si System // Materials Science Forum Kyoto, Japan // Trans. Tech. Publications c/o Ashgate Publishing Co. – 1992. – P. 269.

36. Techel A. et al. Laser Additive Manufacturing of Turbine Components, Precisely and Repeatable. Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology (IWS), интернет-издание Laser Institute of America. URL: <http://www.lia.org>.

37. Tomilin I.A., Mochalova T.J., Kaloshkin S.D. The Influence of Ball Milling on the Kinetics of Crystallization of the Amorphous Alloy Ni<sub>78</sub>Si<sub>10</sub>B<sub>12</sub> // Mechanical Alloying. Materials Science Forum, Kyoto, 188 Japan / Trans. Tech. Publication c/o Ashgate Publishing Company, USA. – 1992. – P. 289-286.

38. Tsantrizos P. G. et. al. Method of production of metal and ceramic powders by plasma atomization. Pat. US № 5707419, дата выдачи: 13 янв. 1998.

39. Tschakarov Chr. G., Gospodinov G.G. und Bontschev Z. Uber den Mechanismus der mechanochemischen Synthese anorganischer Verbindungen // Journal of Solid State Chemistry. 1982. – V. 41. – P. 244- 252.

40. Vityaz P.A., Kolesnikov A.A., Stepanovich A.A., Nozdrin V.F. Study of Intermetallides Synthesis by Mechanical Alloying Technique // Mechanical Alloying. Materials Science Forum, Kyoto / Trans. Tech. Publication c/o Ashgate Publishing Co., USA. – 1992. – P. 619-624.

41. Wang K.Y., Wang J.T., Quan M.X., Wei W.D. Ball Milling of the Partial Amorphous Fe<sub>78</sub>Si<sub>12</sub>B<sub>10</sub> Alloy // Mechanical Alloying. Materials Science Forum, Kyoto, Japan / Trans. Tech. Publication c/o Ashgate Publishing Company, USA. – 1992. – P.283-288.

42. Yasa E. et. al. The investigation of the influence of laser remelting on density, surface quality and microstructure of selective laser melting parts // Rapid Prototyping Journal. – 2011. – Vol. 17. – Iss: 5. – P. 312-327.

43. Yasa E., Kruth J. Application of laser re-melting on Selective laser melting parts. Catholic University of Leuven, Dept. of Mech. Eng, Heverlee, Belgium. Advances in Production Engineering & Management 6 (2011) 4, 259-270, Scientific paper [Электронный ресурс]. URL: <https://lirias.kuleuven.be>.

44. «Группа ГАЗ» внедрила уникальные технологии прототипирования для автомобилей «ГАЗель-Next». Новости // Журнал автомобильных инженеров. – 2001. – № 6 (71). – С. 4-5. 189

45. А.с. 50953 Способ получения карбонила вольфрама / Аввакумов Е.Г., Гимаутдинов Ю.В., Болдырев В.В. (СССР) – О.И., 1976. – № 13.

46. Аввакумов Е.Г. Механические методы активации химических процессов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 303 с.

47. Аввакумов Е.Г., Гимаутдинов Ю.В., Болдырев В.В. Механохимические реакции окиси углерода с тугоплавкими

металлами / Материалы V Всесоюзного симпозиума по механоэмиссии и механохимии твердых тел. – Таллинн, 1977. – Ч. II. – С. 52-55.

48. Акопян А.Г., Долуханян С.К. Взаимодействие титана, бора и углерода в режиме горения // Физика горения и взрыва. – 1978. – № 3. – С. 70-75.

49. Александрова В.В., Зайцева А.А. 3D-технология и когнитивное программирование // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2012. – № 5. – Т. 10. – С. 61-64.

50. Алтунян А.О. Методы формообразования в компьютерном искусстве и проектные технологии в архитектуре // АМІТ. – 2012. – № 2(19). – URL: [www.marci.ru](http://www.marci.ru).

51. Балака Е.В. Основные факторы влияния на процесс формообразования деталей с помощью технологий послойного выращивания (Rapid Prototyping) // Високі технології в машинобудуванні: зб. наук. праць. – Харків: НТУ «ХП». – 2011. Вип. 1 (21). – С. 29-36.

52. Безобразов Ю.А. и др. Анализ структуры образцов, полученных DMLS- и SLM-методами быстрого прототипирования. – Екатеринбург, 2012.

53. Белов В.Д., Белов Н.А., Дрокина В.В. Новые материалы и ускоренная подготовка производства – гарантия успеха на рынке литейной продукции // Литейное производство. – 2009. – № 5. – С. 13- 16.

54. Бобцова С.В. Исследование и разработка методов использования технологий быстрого прототипирования в приборостроении: 190 диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук: 05.11.14. – СПб, 2005. – 124 с.

55. Болдырев З.В. Экспериментальные методы в механохимии твердых неорганических веществ. – Новосибирск: Наука, 1983. – 65 с.

56. Бондарь Ю.В., Бондарь А.Ю., Кодолов В.И. Высокие технологии быстрого моделирования и прототипирования: анализ методов и перспектива их развития // Сборник трудов по материалам научных молодежных школ «Кластерные системы и материалы. Новые высокие технологии быстрого моделирования и прототипирования». – Ижевск, 1997. – С. 245-252.

57. Бриджмен П.В. Исследование больших пластических деформаций и разрыва. – М.: Ин. лит., 1955. – 444 с.

58. Бутягин П.Ю. Кинетика и природа механохимических реакций // Успехи химии. – 1971. – Т. 40. – С. 1935-1959.

59. Бутягин П.Ю. Химические силы в деформационном перемешивании и механическом синтезе // Сборник статей и докладов «Дезинтеграторная технология». – Таллинн: НПО «Дезинтегратор», 1990. – Т. 2. – С. 33-47.

60. Бутягин П. Ю. Энергетический выход механохимических процессов. – В кн.: УДА – технология. – Таллинн: НПО «Дезинтегратор», 1983. – С. 5-10.

61. Валетов В.А., Бобцова С.В. Влияние RP-технологий на качество изделий // Инструмент. – 2004. – № 19-20. – С. 21-25.
62. Вант-Гофф Я.Г. Очерки по химической динамике. – Ленинград: ОНТИ, Химтеорет, 1936. – 231с.
63. Добринский Е.С. Быстрое прототипирование: идеи, технологии, изделия // Полимерные материалы. – 2011. – № 9. – С. 36-37.
64. Дорошенко В.А. Цифровые технологии и литье под низким давлением деталей из алюминиевых и магниевых сплавов // Литейное производство. – 2009. – № 8. – С. 16-18. 191
65. Евсеев А.В., Камаев В.С., Коцюба Е.В., Марков М.А., Новиков М.М., Панченко В.Я. Лазерная стереолитография // Сборник трудов ИПЛИТ РАН «Современные лазерно-информационные и лазерные технологии. Под. ред. чл.-кор. РАН В.Я. Панченко и проф. В.С. Голубева. – М.: Интерконтакт наука, 2005. – С. 40-42.
66. Евсеев А.В., Камаев В.С., Коцюба Е.В., Марков М.А., Новиков М.М., Панченко В.Я. Оперативное формирование трехмерных объектов методом лазерной стереолитографии // Сборник трудов ИПЛИТ РАН «Современные лазерно-информационные и лазерные технологии. – М.: Интерконтакт наука, 2005. – С. 26-39.
67. Евсеев А.В., Камаев В.С., Коцюба Е.В., Марков М.А., Новиков М.М., Попов В.К., Панченко В.Я. Компьютерное биомоделирование и лазерная стереолитография // Сборник трудов ИПЛИТ РАН «Современные лазерно-информационные и лазерные технологии». – М.: Интерконтакт наука, 2005. – С. 119-130.
68. Евсеев А.В., Камаев В.С., Коцюба Е.В. и др. Изготовление физических моделей методом стереолитографии // Автоматизация проектирования, 1999, № 2. URL: [www.osp.ru/ap/1999/02/005.htm](http://www.osp.ru/ap/1999/02/005.htm). 69. Егоров Ф.Ф., Пшеничная О.В. Межфазное взаимодействие в металлах систем TiC-Cr и Ti(CN)-Cr // Порошковая металлургия. – 1991. – № 4. – С. 69-74.
70. Еременко В.Н., Найдич Ю.В. Спекание в присутствии жидкой металлической фазы. – Киев: Наукова думка, 1968. – 123 с.
71. Жанаев И.Д., Гольдберг Е.Л. Зависимость времени индукции механохимического синтеза карбида титана от интенсивности воздействия // Доклады Всесоюзной конференции «Механохимический синтез». – Владивосток: ДВГУ, 1990. – С. 61-65.
72. Задорожный А. 3D-разработка теплоотводящих систем // Полупроводниковая светотехника. – 2010. – № 4. – С. 38-40. 192
73. Зельдович Я.В., Франк-Каменецкий Д.А. Теория теплового распространения пламени // Журнал физической химии. – 1938. – № 12. – Вып. 1. – С. 100-105.
74. Зыков С.Н., Ившин К.С., Коротаева Н.Ф., Ворончихин Н.С. Декоративно-прикладное искусство с применением

технологий быстрого прототипирования // Вестник Удмурдского университета. – 2007. – № 12. – С. 145-150.

75. Иванов Е.Ю. Синтез метастабильных интерметаллидов и твердых растворов с высокой реакционной способностью в условиях механического сплавления: Автореф. дис. ... док. хим. наук. – Киев, 1991. – 43 с.

76. Иванченко В.Г., Погорелая В.В. Формирование структуры эвтектических сплавов хрома с карбидом титана // Металлофизика, 1992. – Т. 13. – № 2. – С. 30-37.

77. Ильин А.А., Гаранин С.В., Кошкин В.В., Филатов А.А. Опыт использования технологии прототипирования для изготовления деталей авиационных агрегатов // Литейное производство. – 2007. – № 6. – С. 39-41.

78. Интервью генерального директора компании ООО «АППроект» А. Петрова «От идеи до детали — за несколько дней!» // Пластикс. – 2011. – № 4 (98). – С. 36.

79. Кодолов В.И., Липанов А.М. Кластерные системы и технологии быстрого моделирования и прототипирования // Сборник трудов по материалам научных молодежных школ «Кластерные системы и материалы. Новые высокие технологии быстрого моделирования и прототипирования». – Ижевск, 1997. С. 7-15.

80. Колтыгин А.В., Горбузова И.В., Абрамова Т.И., Баженова В.Е. Материал Z-cast, используемый для производства форм методом трехмерной печати // Литейное производство. – 2010. – № 6. – С. 30- 31. 193

81. Компания Raymor. Интернет-сайт компании Raymor. URL: [www.raymor.com](http://www.raymor.com).

82. Компания НЕТРАМ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.netramm.com>.

83. Кочанов Д.И. Наноматериалы и нанотехнологии для машиностроения: состояние и перспективы применения // РИТМ. – 2010. – № 8 (56). – С. 16-21.

84. Кузнецов В. Системы быстрого изготовления прототипов и их расширения // CAD/CAM/CAE Observer. – 2003. – № 4 (13). – С. 2- 7.

85. Лариков Л.Н., Фалоченко В.М., Мазанко В.Ф. Аномальное ускорение диффузии при импульсном нагружении металлов // Доклады АН СССР, 1975. – Т. 221. – № 5. – С. 1073-1075.

86. Левинский Ю.В., Кюбарсепп Я.П., Петров А.П. Карбидостали на основе карбида титана из стружки титановых сплавов // Порошковая металлургия. – 1993. – № 10. – С. 78-82.

87. Любимов В.Д., Тимошук Т.А. Некоторые особенности начальных стадий структурообразования твердых сплавов на основе карбонитрида титана // Порошковая металлургия. – 1991. – №12. – С. 29-35.

88. Мареев Д.В., Челпанов И.Б. Перспективы развития технологии и конструкции мехатронных установок быстрого прототипирования путем интеграции обрабатывающего и сканирующего модулей // Прогрессивні технології і системи машинобудування. – 2012. – Вып. 1,2 (43). – С. 197-200.

89. Марков В.А., Мальцев А.К. Использование LOM-технологии при подготовке производства отливок // Ползуновский альманах. – 2003. – № 4. – С. 43-46.
90. Марченко А.П., Кесарийский А.Г. Лазерноинтерференционные технологии в современных системах разработки ДВС // Двигатели внутреннего сгорания. – 2006. – № 2. – С. 131-135. 194
91. Мержанов А.Г. Новые явления при горении конденсированных систем // Доклады АН СССР. – 1973. – Т. 208. – № 4. – С. 892- 894.
92. Мержанов А.Г. Проблемы горения в химической технологии и металлургии // Успехи химии. – 1976. – Вып. 5. – Т. 45. – С. 827- 848.
93. Мержанов А.Г. Проблемы технологического горения.// Процессы горения в химической технологии и металлургии // ИХФ АН СССР. – Черниголова, 1975. – С. 194-208.
94. Мержанов А.Г., Боровинская И.П. СВС в химии и технологии тугоплавких соединений // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. – 1979. – Т. 24. – № 3. – С. 223-227.
95. Мержанов А.Г., Боровинская И.П. СВС тугоплавких неорганических соединений // Доклады АН СССР. – 1972. – Т. 24. – № 2. – С. 366-369.
96. Минаев А.А. О закономерностях развития современного литейного производства // РИТМ. – 2010. – № 3 (51). – С. 26-30.
97. Монахова В.П., Терентьев В.В., Яковлев А.А. Проектирование узлов ГТД при использовании возможностей стереолитографии для получения модельных образцов // Вестник УГАТУ. – 2010. – Т. 14. – № 3 (38). – С. 144-150.
98. Мэллой Р.А. Конструирование пластмассовых изделий для литья под давлением / пер. с англ. под ред. В.А. Брагинского, Е.С. Цобкалло, Г.В. Комарова. – СПб.: Профессия, 2006. – С. 323-372.
99. Неверов В.В., Буров В.Н. Условия образования соединений при механической активации // Известия СО АН СССР. – 1979. – № 9. Серия хим. наук, вып. 4. – С. 33.
100. Осокин Е. Н. Процессы порошковой металлургии. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: курс лекций / Е. Н. Осокин, О. А. Артемьева. – Электрон. дан. (5 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008. 195
101. Попович А.А. Механохимический синтез тугоплавких соединений. – Владивосток: ДВГТУ, 2003.
102. Поклад В.А., Оспенникова О.Г., Рудницкий С.В., Алферов А.И., Родионов В.И., Монастырский В.П. Применение CALS-технологий в литейном производстве ФГУП «ММПП «Салют» // Литейное производство. – 2007. – № 8. – С. 6-8.
103. Попович А.А. Сравнительная оценка механохимического синтеза тугоплавких соединений с позиции теории

- теплового взрыва // Доклады Всесоюзной конференции «Механический синтез». – Владивосток: ДВГУ, 1990. – С. 41-49.
104. Попович А.А. Формирование фазового состава тугоплавких соединений при механическом синтезе // Известия вузов. Черная металлургия. – 1992. – № 5. – С. 58-60.
105. Тимейчук О. Ю. Дослідження робочих процесів машин і методи оптимізації: навч. посібник / С. В. Кравець, О. П. Лук'янчук, О. Ю. Тимейчук. – Рівне : НУВГП, 2011. – 240 с.
- 106.. Бочков А.П. Модели и методы управления развитием технических систем / А.П Бочков. – СПб., 2003. – 288 с.
107. Синаторов С.В. Информационные технологии : учеб. пособие / С. В. Синаторов. - М. : Альфа-М, 2011. - 334 с.

### *Інформаційні ресурси*

108. <http://www.nbu.gov.ua/>