

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

Олександр СТРИЛЕЦЬ

« 28 » вересня 2026 р.

ПОГОДЖЕНО

Заступник директора з НМР ЛО «ДПТК»

Сергій БОРДІЄНКО

Т.к. 02541409

Дніпропетровська обл., Дніпропетровський район

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИКЛАДАЧА КУРСУ «ІСТОРІЯ ТА КУЛЬТУРА УКРАЇНИ»

Спеціальність: G9 Прикладна механіка

МЕТОДИЧНИЙ КЕЙС ВИКЛАДАЧА (МЕНТОРА) Дисципліна: Історія та культура України **Змістовий модуль 1:** Від простих механізмів до складної кінематики: Витоки прикладної механіки на українських землях (від античності до XV ст.) **Цільова аудиторія:** Слухачі спеціальності 131 «Прикладна механіка» (ОПП «Зварювальне виробництво»)

Цей методичний документ є деталізованою академічною інструкцією для викладача щодо того, як перетворити класичний історичний курс на динамічний професійно-орієнтований тренінг. Головне правило ментора курсу залишається незмінним: викладач виступає не звичайним лектором-оповідачем, а «Головним інженером» (модератором), який керує технічною радою слухачів, спрямовуючи їхнє мислення на аналіз історичних витоків механіки.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРСЬКИХ ДИСКУСІЙ

Технологія 1: «Інтелектуальний спаринг» (Дебати)

Тема: Екстенсивна ручна праця проти Інтенсивної механізації (Античні будівельні технології). **Мета:** Навчити слухачів аргументовано аналізувати історичний перехід від використання масової некваліфікованої сили до застосування перших механізмів, що оптимізували людський ресурс і започаткували епоху інженерії. **Сценарій проведення:**

- **Розподіл ролей (5 хв):** Викладач ділить аудиторію на дві групи.
 - *Група А («Традиціоналісти-Емпірики»):* Захищають давні методи будівництва — створення величезних земляних похилих площин (пандусів), використання дерев'яних котків, саней-волокуш та залучення тисяч робітників або тяглових тварин. Їхня зброя — абсолютна простота організації процесу, відсутність складних пристроїв, які можуть зламатися під навантаженням, та перевірена часом надійність масової тяги.
 - *Група Б («Античні Інженери Ольвії та Пантікапей»):* Захищають інноваційне застосування перших механічних машин: блокових систем, поліспастів та дерев'яних підйомних кранів зі ступальним колесом. Їхня зброя — багаторазове зменшення необхідного фізичного зусилля, компактність будівельного майданчика, ювелірна точність позиціонування кам'яних блоків та загальна гуманізація праці.
- **Постановка проблеми (Вкид):** Викладач моделює історичну ситуацію: "Античний поліс Пантікапей. Громада замовляє зведення монументального храму з масивними мармуровими колонами на вершині тісного акрополя. Місця для насипання довгих земляних пандусів фізично немає, а бюджет на наймання сотень робітників обмежений. Який технологічний шлях обрати для підйому надважких архітрів, щоб вкластися в ресурси і не зруйнувати вже зведені стіни?".
- **Спаринг (15 хв):** Команди по черзі висувують історичні та логічні аргументи. Викладач фіксує тези на дошці. За фахове оперування історичними поняттями, такими

як "золоте правило механіки" (компенсація виграшу в силі програшем у відстані), "перенаправлення зусилля" та "тертя кочення", нараховуються додаткові бали.

- **Синтез (Висновок):** Викладач підводить технічну раду до висновку, що впровадження поліспастів стало першою технічною революцією: інженери античності довели, що розум і правильна просторова організація канатів та шківів здатні перемогти грубу масу, заклавши історичний фундамент усієї сучасної підйомної техніки.

Технологія 2: Дискусія за методом «Шести капелюхів мислення» (Е. Де Бono)

Тема: Інженерна криза при використанні ранніх облогових машин (Кейс динамічної віддачі катапульти). **Мета:** Тренування навичок історичного аналізу кризових ситуацій, раціонального вирішення проблем втоми матеріалів та управління ризиками в екстремальних умовах Середньовіччя. **Сценарій проведення:** Викладач озвучує стресовий військово-інженерний кейс: "Епоха Середньовіччя. Ви — гільдія майстрів-механіків, що відповідає за оборону міста. На стінах встановлено важкі одноплечі катапульти (онагри), що працюють за рахунок скручування товстих канатів. Під час інтенсивної роботи виявляється критичний недолік: коли металевий важіль з величезною швидкістю вдаряється об дерев'яний стопор, щоб викинути камінь, виникає жакхливий струс. Ця віддача розхитує дерев'яну раму самої машини, а кам'яний мур під нею починає вкриватися тріщинами від ударних вібрацій. Захисники вимагають продовжувати стрільбу".

- **Білий капелюх (Факти):** Історична дефектоскопія. "Маємо факт: жорсткий удар масивного важеля об дерев'яну перекидину генерує руйнівну вібрацію. Дерев'яна станина машини тріщить, кам'яна кладка стіни не має пружності, щоб поглинути такий струс без наслідків".
- **Червоний капелюх (Емоції):** "Серед оборонців зростає паніка: машина, яка мала захищати місто, сама руйнує власні оборонні мури зсередини".
- **Чорний капелюх (Песимізм):** "Якщо не зупинити роботу катапульти, жорсткі ударні навантаження остаточно розіб'ють раму машини, а мур обвалиться, відкривши шлях ворогу".
- **Жовтий капелюх (Оптимізм):** "Ми вчасно звернули увагу на структурні зміни в матеріалах до моменту їхнього повного руйнування, тому маємо шанс врятувати і машину, і стіну".
- **Зелений капелюх (Креатив):** Історичне інженерне рішення. "Необхідно пом'якшити удар. Оббиваємо стопорну балку товстими шарами повсті, шкіри та вовни — створюємо перші в історії композитні амортизатори (демпфери). Додатково переносимо найважчі машини з кам'яних мурів на насипні земляні вали, які чудово поглинають вібрації".
- **Синій капелюх (Управління):** Фінальний протокол. "Зупиняємо роботу катапульти для термінової модернізації вузла зупинки важеля. Впроваджуємо використання демпфуючих матеріалів для збереження цілісності механізму та архітектури. Історичний досвід доводить, що сила потребує контролю".

РОЗДІЛ 2. ПРЕЗЕНТАЦІЙНИЙ СУПРОВІД (СЦЕНАРІЙ СЛАЙДІВ)

Вказівка для викладача: Візуальна складова презентації має бути виконана у строгому академічному стилі "Historical Blueprint" (темно-сині фони, стилізація під старовинні креслення з мідними, срібними та золотими лініями, деталізовані гравюрні та 3D-реконструкції без сучасних математичних графіків).

- **СЛАЙД 1: Антична підйомна інженерія (Триспастос та Поліспасти)**
 - **Візуал:** Історична реконструкція (креслення) античного дерев'яного крана. Увага фокусується на системі блоків (поліспасти). Товстими світлими лініями (векторами) візуалізовано шлях каната через нерухомі та рухомі шківви. Графічно показано, як величезна маса мармурового блоку рівномірно "розподіляється" між кількома паралельними гілками мотузки, наочно пояснюючи історичний принцип виграшу в силі та зменшення навантаження на кожен окрему нитку каната без використання формул.
- **СЛАЙД 2: Біомеханічна революція логістики (Еволюція упряжі)**

- **Візуал:** Порівняльна історико-анатомічна ілюстрація двох типів запрягання тяглових тварин ранніх слов'ян. Зліва — віл у жорсткому шийному ярмі (червоними лініями показано тиск на шийний відділ при русі). Справа — кінь у хомуті. Зеленими м'якими лініями виділено перенесення точки опори з шиї на міцний плечовий пояс (лопатки) тварини. Візуалізація демонструє, як ця зміна звільнила дихальні шляхи тварини і дозволила людству розпочати масове використання швидкісного гужового транспорту.
- **СЛАЙД 3: Акумуляція руху в ремеслах (Гончарне коло)**
 - **Візуал:** Деталізований розріз двоярусного ножного гончарного кола Київської Русі. Головний акцент зроблено на нижньому масивному дерев'яному диску (маховику). Округлими стрілками візуалізовано ефект накопичення руху (явище інерції): показано, як розкручений важкий диск продовжує плавне обертання, долаючи опір глини в руках майстра на верхньому ярусі. Окремим збільшеним фрагментом показано історичний опорний підшипник (п'ятник) — дерев'яна вісь, що спирається на гладкий камінь із закладеним туди тваринним мастилом.

РОЗДІЛ 3. ТРАВМООРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД (МЕТОДИКА ДЛЯ ВИКЛАДАЧА)

Працюючи з найдавнішим періодом історії, який неминуче містить численні приклади жорстоких збройних конфліктів, руйнування поселень та облог міст, викладач зобов'язаний дотримуватися суворих психологічних запобіжників, особливо в аудиторіях, де присутні ветерани або особи, що постраждали від воєнних дій.

1. **Технологізація «катастроф» та деемоціоналізація військових руйнувань (Кейс облогових машин):** Історично облогові машини створювалися для нищення стін та міст. Проте під час семінарів категорично заборонено подавати цей матеріал через призму паніки, кривавих описів штурмів чи людських страждань. Викладач повинен переводити жах війни у суху площину історії матеріалознавства та механіки. Формулюйте думку так: "Створення металевих машин стало викликом для матеріалів: інженери минулого шукали межі міцності дерева та пружності тваринних жил, щоб акумулювати енергію". Розглядайте ці пристрої як складні інженерні об'єкти, а акт руйнування стіни — як фізичний процес неспроможності каменю витримати кінетичний удар. Це перетворює травматичний контекст на інтелектуальний аналіз механічних процесів.
2. **Фізика замість емоцій при аналізі аварій:** Пояснюючи поломки стародавніх механізмів (наприклад, розрив канатів підйомних кранів чи руйнування станин механізмів), акцентуйте увагу не на трагедіях чи травматизмі працівників минулого, а на причинах технічної недосконалості. Пояснюйте це так: "Неврахування динамічних перевантажень та відсутність знань про концентратори напружень призвели до втрати структурної цілісності матеріалу". Закони фізики та механіки не викликають ПТСР, вони раціоналізують причини і вчать, як уникати подібного в майбутньому.
3. **Стабільність інженерної еволюції як психологічний якір:** Історія розвитку людства повна хаосу, падіння держав та криз, але історична еволюція механіки завжди йшла шляхом раціоналізації та оптимізації. Наголошуйте на тому, що закони статистики та поведінка матеріалів залишалися і залишаються незмінними константами. Усвідомлення того, що механізми (від найпростіших важелів до поліспастів) поступово вдосконалювалися, ставали безпечнішими і брали на себе найважчу працю, дає слухачам-ветеранам глибоке відчуття контрольованості світового розвитку, стабільності фізичного світу та важливості інженерної професії як сили, що впорядковує хаос.

МЕТОДИЧНИЙ КЕЙС ВИКЛАДАЧА (МЕНТОРА) Дисципліна: Історія та культура України **Змістовий модуль 2:** Механіка ранньомодерної доби: Від вітряків до точних механізмів (XVI – XVIII ст.) **Цільова аудиторія:** Слухачі спеціальності 131 «Прикладна механіка» (ОПП «Зварювальне виробництво»)

Цей методичний документ є розгорнутою інструкцією для викладача щодо того, як перетворити академічний історичний курс на динамічний професійний тренінг із глибоким

зануренням у доіндустріальну інженерію. Головне правило ментора курсу залишається незмінним: викладач виступає не лектором-теоретиком, а «Головним інженером» (модератором), який скеровує технічну раду здобувачів освіти до самостійного відкриття законів прикладної механіки виключно через історичний контекст, без застосування абстрактних математичних формул.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРСЬКИХ ДИСКУСІЙ

Технологія 1: «Етичний трибунал» (Аудит якості виробництва та стандартизації)

Тема: Інституціоналізація інженерії: цехове самоврядування зброярів, клеймування деталей та персональна відповідальність майстра. **Мета:** Навчити слухачів розуміти історичні витoki сучасних систем управління якістю (QMS) та усвідомити, що стандартизація матеріалів і юридична відповідальність інженера зародилися як інструмент захисту суспільства та оборонної здатності держави. **Сценарій проведення:**

- **Розподіл ролей (5 хв):** Викладач ділить аудиторію на три фахові фракції.
 - *Фракція А («Козацька старшина / Військові замовники»):* Вимагають максимальної швидкості виготовлення артилерії для фронту. Наполягають на використанні старих, швидких і дешевих методів лиття гармат на глиняний сердечник. Їхня аргументація — економія часу та ресурсів.
 - *Фракція Б («Майстри-людвигари та Цехмістри»):* Захищають цехові статuti, технологічну бездоганність та власну репутацію. Вони відмовляються ставити своє особисте тавро (клеймо) на зброю, виготовлену кустарним методом, вимагаючи впровадження механізованого свердління суцільнолитих заготовок.
 - *Фракція В («Технічні експерти / Інспектори»):* Аналізують аргументи сторін з огляду на емпіричний опір матеріалів та експлуатаційну надійність.
- **Постановка проблеми (Вкид):** Викладач моделює кризову історичну ситуацію: "Гетьманщина, XVII століття. Під час інтенсивного бою бронзова гармата розривається на шматки, знищуючи власну обслугу. Військовий трибунал ініціює перевірку. На уламках ствола знайдено клеймо конкретного цехового майстра. Замовник звинувачує майстра в економії на металі. Майстер стверджує, що гармату відливали у поспіху за прямим наказом старшини навколо глиняного стрижня, який змістився і зробив стінку критично тонкою з одного боку".
- **Раунд аргументів (15 хв):** Сторони зіштовхуються в дискусії. Експерти доводять, що лиття на стрижень створює ексцентриситет та нерівномірну товщину металу, що в умовах колосального внутрішнього тиску порохових газів неминуче діє як концентратор напружень і призводить до розриву. Цехмістри аргументують необхідність використання енергії водяного колеса для глибокого механічного свердління суцільної відливки, що гарантує ідеальну співвісність та рівномірну міцність.
- **Синтез (Висновок):** Експерти ухвалюють рішення: катастрофа сталася через порушення технологічного процесу під адміністративним тиском. Викладач підсумовує: цехове тавро було першим аналогом сучасної сертифікації (ISO), а право майстра відмовитися випускати брак є історичним фундаментом інженерної етики та незалежності технічного спеціаліста.

Технологія 2: «Кризовий штаб» (Інженерна композитна логістика)

Тема: Статика, динаміка та емпіричне матеріалознавство безресорної підвіски (конструкція козацької мажі). **Мета:** Тренування просторового інженерного мислення, розуміння властивостей різних порід деревини та здатності розв'язувати задачі з гасіння динамічних ударів і подолання тертя без застосування сучасних амортизаторів. **Сценарій проведення (Робота в малих групах):** Викладач виводить на екран концептуальну проблему. Легенда: "XVI століття. Чумацька валка має перевезти партію солі вагою в одну тонну на кожному возі степовим бездоріжжям на відстань понад тисячу кілометрів. У нас немає сталевих ресор, гумових шин та кулькових підшипників. Якщо ми зберемо важкий віз за допомогою жорстких залізних цвяхів і скоб, від вібрації він розсиплеться на друзки на першій сотні кілометрів. Ваше завдання — створити віз як цілісну композитну систему, що поглинає удари".

- **Крок 1: Аналіз кінематичних зв'язків (Чорний капелюх).** Слухачі мають самостійно виявити проблему "жорсткості". Вони доходять висновку, що металеві з'єднання в умовах високочастотних вібрацій розіб'ють крихку клітинну структуру деревини, що призведе до втоми матеріалу та крихкого зламу.
- **Крок 2: Біоміметична збірка (Зелений капелюх).** Викладач підказує ідею використання пружних природних матеріалів. Група розробляє концепт з'єднання деталей за допомогою розпареної сиром'ятної шкіри (гужвів) та дерев'яних шипів. При висиханні шкіра намертво стягує вузли, але залишає їм мікроскопічну еластичність, діючи як доіндустріальний сайлентблок для розсіювання ударних хвиль.
- **Крок 3: Опір матеріалів та Трибологія (Білий капелюх).** Обговорення розподілу деревини: чому на осі йде дуб (ідеально працює на статичний стиск), а на спиці — пружний ясен (працює на поздовжній згин та амортизацію). Розв'язання проблеми тертя між дерев'яною віссю та маточиною за допомогою густого березового дьогтю для створення режиму рідинного мащення та відведення теплової енергії.
- **Крок 4: Просторова геометрія (Жовтий капелюх).** Слухачі презентують унікальну геометрію колеса: конусоподібність (нахил спиць назовні) та розвал осі. Вони доводять, що при боковому крені мажі на вибоїні найнижча спиця стає ідеально перпендикулярно до землі, приймаючи колосальне навантаження виключно вздовж своїх волокон, усуваючи ризик зламу на згин.

РОЗДІЛ 2. ПРЕЗЕНТАЦІЙНИЙ СУПРОВІД (СЦЕНАРІЙ СЛАЙДІВ)

Вказівка для викладача: Кольорова гама та стилістика модуля має продовжувати концепцію "Historical Blueprint" (темно-синій креслярський фон), але з додаванням теплих мідних (для деталей механізмів), яскраво-білих (для векторів руху) та неонових-помаранчевих (для теплових і контактних напружень) акцентів. Кожен слайд має виглядати як глибокий технічний розріз доіндустріальної машини.

- **СЛАЙД 1: Кінематика мануфактури (Перетворення обертового руху на удар)**
 - **Візуал:** Деталізований 3D-розріз інтер'єру козацької водяної гамарні (рудні). У центрі уваги — масивний дубовий розподільчий вал із виступами-кулачками. Яскраво-білими стрілками показано безперервне обертання вала, яке передається від водяного колеса. Золотими дуговими векторами продемонстровано, як кулачок найжджає на хвостовик важеля, примушуючи 500-кілограмовий бойок молота підійматися вгору (акумуляція потенційної енергії). Червоним пульсуючим вектором позначено зону миттєвого вільного падіння молота на розпечену крицю, а хвилястими лініями — сейсмічні вібрації, які поглинаються пружним дерев'яним важелем, обкутим залізними бандажами (амортизатором).
- **СЛАЙД 2: Мікромеханіка часу (Тріумф ізохронності)**
 - **Візуал:** Макроскопічне креслення анкерного спускового механізму годинника у строгій ортогональній проєкції. Чітко видно плоске ходове колесо та якірну вилку. На слайді відсутні формули, натомість неоновими лініями візуалізовано кінематику: показано, як загострений зуб латунного колеса не вдаряється об стіну (як у старому шпіндельному спуску), а м'яко ковзає по ідеально відшліфованій похилій імпульсній площині сталевих палети анкера. Синіми дугами показано суворо фіксований, мінімальний кут коливань маятника, який завдяки властивості ізохронності гарантує незмінний ритм розблокування колісної трансмісії, повністю підпорядковуючи собі неточності виготовлення зубців.
- **СЛАЙД 3: Термодинаміка композитного колеса (Гаряче шинування мажі)**
 - **Візуал:** Інженерна схема розібраного та зібраного колеса чумацької мажі. Ліворуч показано деталі до збірки: маточина, ясеневі спиці, дерев'яні сегменти обода. Праворуч — процес шинування: розпечений до червоного кольору залізний обруч (із візуалізацією його теплового розширення) накидається на дерев'яний каркас. Концентричними помаранчевими стрілками, спрямованими до центру, візуалізовано колосальний тиск, який виникає в момент різкого

охладження металу водою. Стрілки ілюструють, як сталеві шини стрімко зменшуються в діаметрі, намертво вдавлюючи спиці в маточину і перетворюючи розрізнені деталі на надміцну, попередньо напружену композитну структуру, здатну витримувати бокові удари.

РОЗДІЛ 3. ТРАВМООРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД (МЕТОДИКА ДЛЯ ВИКЛАДАЧА)

Цей змістовий модуль охоплює період безперервних військових конфліктів, створення зброї та важкої фізичної праці. Викладач має застосовувати особливу психологічну оптику для створення безпечного освітнього простору для ветеранів та слухачів із травматичним досвідом:

1. **Дегероїзація процесу створення зброї та фокус на технології:** При вивченні мануфактурного виробництва (відливання бронзових гармат, виковування клинків, створення мушкетних стволів) категорично уникайте описів їхнього бойового застосування, сцен баталій чи руйнівних наслідків для людини. Розглядайте виробництво зброї виключно як найвищий прояв інженерного інтелекту та передової металургії свого часу. Правильна риторика викладача: «Перехід від лиття гармат на глиняний сердечник до механічного глибокого свердління суцільної відливки за допомогою водяного приводу був колосальним проривом у досягненні співвісності та рівномірності стінок. Це гарантувало, що внутрішній тиск газів не розірве конструкцію». Це переводить фокус із призначення зброї на захоплення здатністю людини підкорювати надміцні матеріали.
2. **Сенситивність теми вогню та екстремальних температур:** При розборі процесів виплавки руди в домницях, термічної обробки клинків (загартування) або гарячого шинування коліс мажі, будьте обережними з візуальними та звуковими ефектами. Не використовуйте відео чи аудіо з агресивним гуркотом молотів, звуками вибухів чи ревом неконтрольованого полум'я, що може стати тригером. Пояснюйте застосування екстремальних температур як суворо керований термодинамічний процес: "Майстер змінював кристалічну решітку сталі, застосовуючи теплову енергію як точний інструмент".
3. **Громадянська суб'єктність, Правила та Порядок (Як антидот проти хаосу):** Для людей з бойовим досвідом надзвичайно важливим є загострене відчуття справедливості, передбачуваності та наявності чітких правил. Використовуйте історичний феномен цехового самоврядування зброярів та впровадження інституту "особистого клейма майстра" для глибокої психологічної стабілізації через поняття закону. Наголошуйте: "У світі доіндустріального хаосу поява статуту цеху та жорстких вимог до якості металу була перемогою Порядку над Сліпим випадком. Майстер, який ставив своє клеймо на виріб, брав на себе абсолютну відповідальність за його безпеку. Сучасний інженер-механік, який неухильно дотримується європейських стандартів безпеки і відмовляється підписувати акт на браковану деталь, є прямим нащадком тих вільних майстрів, які встановлювали верховенство професійної етики". Це формує у слухачів почуття власної цінності як носіїв знань, здатних впорядковувати складні системи і захищати суспільство.

МЕТОДИЧНИЙ КЕЙС ВИКЛАДАЧА (МЕНТОРА) Дисципліна: Історія та культура України **Змістовий модуль 3:** Промислова революція та розквіт динаміки машин (XIX – середина XX ст.) **Цільова аудиторія:** Слухачі спеціальності 131 «Прикладна механіка» (ОПП «Зварювальне виробництво»)

Цей методичний документ є розгорнутою академічною інструкцією для викладача, що має на меті перетворити вивчення історичного етапу індустріалізації на глибокий фаховий тренінг із засад конструювання. Головне правило ментора курсу незмінне: викладач виступає не лектором, а «Головним інженером» (модератором), який керує технічною радою слухачів, спрямовуючи їхнє мислення на аналіз історичних витоків сучасної теорії машин і механізмів та науки про міцність.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРСЬКИХ ДИСКУСІЙ

Технологія 1: «Інтелектуальний спаринг» (Дебати)

Тема: Емпірична масивність проти Науково обґрунтованої оптимізації (Зародження теорії міцності). **Мета:** Навчити слухачів концептуально аналізувати історичний перехід від ремісничого методу "додаткового потовщення металу" до фундаментальних академічних підходів проектування, розроблених українськими науковими школами (Києва, Харкова, Львова). **Сценарій проведення:**

- **Розподіл ролей (5 хв):** Викладач ділить аудиторію на дві групи.
 - *Група А («Індустріалісти-практики XIX століття»):* Захищають старий ковальський підхід до будівництва мостів та перших заводських естакад. Їхня зброя — багаторазовий сліпий запас міцності, використання масивних суцільних перерізів деталей (чавунних кубів і циліндрів) для гарантування надійності, недовіра до теоретичної науки на користь досвіду.
 - *Група Б («Академічна інженерна еліта / Школа Тимошенка та Кирпичова»):* Захищають інноваційний перехід до математично вивіреного опору матеріалів. Їхня зброя — боротьба з «мертвою вагою» конструкцій, створення раціональних пустотілих та двотаврових профілів, урахування деформацій зсуву та динамічної природи навантажень.
- **Постановка проблеми (Вкид):** Викладач моделює історичну кризу: "Донбас, кінець XIX століття. Необхідно спроектувати високі сталеві опори для нового металургійного цеху, де працюватимуть важкі парові молоти. Інвестори вимагають економії дорогої сталі, але ковалі-практики відмовляються робити колони тонкими, боячись обвалу. Як, використовуючи меншу кількість металу, гарантувати абсолютну стійкість споруди до руйнівних вібрацій та осьових стискань?".
- **Спаринг (15 хв):** Команди висувають техніко-історичні аргументи. Викладач фіксує тези на дошці. За фахове оперування історичними явищами, такими як "втрата пружної стійкості (поздовжній згин)", "розподіл маси на периферію перерізу" та "раціональне конструювання", нараховуються додаткові бали.
- **Синтез (Висновок):** Викладач підводить технічну раду до висновку, що надмірне нагромадження металу (over-engineering) історично довело свою небезпеку, оскільки збільшувало власну мертву масу та відцентрові сили інерції. Перемога академічних політехнічних шкіл полягала у створенні конструкцій рівного опору, що заклало філософію сучасного машинобудування та архітектури.

Технологія 2: Дискусія за методом «Шести капелюхів мислення» (Е. Де Боно)

Тема: Інженерний аналіз транспортних катастроф (Кейс вивчення втоми металів на залізниці).

Мета: Тренування навичок історичного аналізу експлуатаційних криз, розуміння прихованих механізмів руйнування та формування високої етики інженера-інспектора. **Сценарій проведення:** Викладач озвучує стресовий індустриальний кейс: "Катерининська залізниця, епоха паротягів. Ви — комісія шляхів сполучення. Сталася катастрофа: на рівній ділянці шляху раптово, без жодних попередніх деформацій чи вигинів, переламалася навпіл сталева вісь вантажного вагона. Огляд уламків показує, що поверхня зламу ідеально гладка і блискуча по краях. Власники залізниці вимагають негайно відновити рух і звинувачують металургів у випуску бракованої сталі, хоча статичні випробування показували її найвищу якість".

- **Білий капелюх (Факти):** Історична дефектоскопія. "Маємо факт: сталь була якісною, вага вантажу не перевищувала норми. Злам відбувся точно у місці, де вісь різко, під прямим кутом, змінювала свою товщину (перехід від шийки підшипника до основної частини)".
- **Червоний капелюх (Емоції):** "Страх перед новими аваріями, адже тисячі таких самих осей зараз перебувають в експлуатації. Недовіра до традиційних розрахунків на міцність".
- **Чорний капелюх (Песимізм):** "Якщо ми не розкриємо фізичну причину цього явища, швидкісний залізничний рух доведеться зупинити назавжди, адже будь-який метал з часом неминуче і непередбачувано лусне".
- **Жовтий капелюх (Оптимізм):** "Ця криза дозволяє нам відкрити новий фізичний закон поведінки матеріалів у русі та створити надійні стандарти профілювання деталей на століття вперед".

- **Зелений капелюх (Креатив):** Історичне інженерне рішення. "Ми зіткнулися з явищем втоми матеріалу під дією циклічних знакозмінних навантажень. Гострий кут виступив концентратором напружень. Рішення: негайно змінити креслення усіх токарних цехів. Запровадити обов'язкові плавні радіусні заокруглення (галтели) на всіх переходах діаметрів для м'якого розсіювання силових ліній та запровадити регулярний контроль осей".
- **Синій капелюх (Управління):** Фінальний протокол. "Встановлюємо суворі нормативні регламенти. Інженерія визнає, що рухомий метал має свій обмежений життєвий цикл (границю витривалості). Вибракування деталей за пробігом стає законом".

РОЗДІЛ 2. ПРЕЗЕНТАЦІЙНИЙ СУПРОВІД (СЦЕНАРІЙ СЛАЙДІВ)

Вказівка для викладача: Візуальна складова презентації має бути виконана у строгому інженерно-академічному стилі "Historical Blueprint" (темно-сині фони, креслярські сітки, лінії кольору міді та срібла, 3D-реконструкції без застосування сучасних математичних формул, графіків чи рівнянь).

- **СЛАЙД 1: Термодинамічна революція (Кінематика парового приводу)**
 - **Візуал:** Деталізоване креслення (Blueprint) класичного кривошипно-шатунного механізму (КШМ) промислової парової машини XIX століття. Світлими неоновими векторами проілюстровано шлях перетворення лінійного зворотно-поступального руху поршня у циліндрі на безперервний обертальний рух головного заводського вала. Особливий акцент зроблено на геометричному положенні «мертвих точок» (коли поршень, шатун і кривошип шикуються в ідеальну лінію) та ролі масивного чавунного маховика, який завдяки колосальній інерції маси долає ці критичні фази.
- **СЛАЙД 2: Еволюція масового виробництва (Аграрна стандартизація Ельворті)**
 - **Візуал:** Вид зверху на кінематичну схему кінної рядової сівалки (заводів Ельворті). Помаранчевими лініями показано ланцюг передачі обертання від опорного ходового колеса через зубчастий редуктор (прототип коробки передач) до катушкових висівних апаратів. Графічно візуалізовано принцип стандартизації та взаємозамінності: однакові шестерні, відлиті за суворими металевими еталонами (кокілями), що забезпечило революційну ремонтпридатність техніки в польових умовах без втручання коваля.
- **СЛАЙД 3: Анатомія невидимого ворога (Концентратори напружень)**
 - **Візуал:** Макро-переріз сталевोї осі локомотива. Зліва показано історично хибний дизайн — різкий перехід (кут 90 градусів), де червоними «струменями» візуалізовано небезпечне локальне скупчення невидимих ліній напружень (концентратор). Справа показано виправлений науковий дизайн — плавна радіусна галтель, де ті ж самі силові лінії м'яко огинають звуження, безпечно розсіюючи навантаження. Візуалізація доводить перевагу геометричної досконалості над простим нарізанням металу.

РОЗДІЛ 3. ТРАВМООРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД (МЕТОДИКА ДЛЯ ВИКЛАДАЧА)

Період промислової революції та інтенсивної індустріалізації (XIX – перша половина XX ст.) нерозривно пов'язаний із надзвичайно жорсткими умовами праці, масовим виробничим травматизмом, а в пізніші етапи — з тоталітарним терором та репресивною економікою будівництва. Працюючи в аудиторії, де присутні ветерани або особи, які постраждали від наслідків війни, викладач зобов'язаний застосовувати суворі психологічні запобіжники:

1. **Деперсоналізація та деемоціоналізація травматизму через інженерну фізику:** При обговоренні жахливих аварій епохи раннього капіталізму (вибухи парових котлів, обриви шахтних клітей на Донбасі) категорично уникайте описів фізичних страждань, людських жертв чи паніки. Фокусуйте обговорення виключно на об'єктивних металознавчих та термодинамічних причинах: "Котел зруйнувався не як трагедія, а як наслідок неконтрольованого перевищення тиску пари над границею міцності заклепувального шва". Розглядайте кожну таку аварію як каталізатор прогресу —

подію, яка змусила інженерів винайти автоматичні запобіжні клапани та запровадити інститут Котлонагляду, гарантувавши безпеку майбутнім поколінням.

2. **Технологізація критики репресивних систем (Кейс «Штурмівщини» та неефективності):** Розглядаючи темпи будівництва індустріальних гігантів чи залізниць в умовах адміністративного або тоталітарного тиску, не заглиблюйтеся в описи репресій. Переводьте критику виключно в площину інженерного абсурду та технологічної некомпетентності систем, що ігнорують закони природи. Пояснюйте це так: "Ігнорування температурних режимів зварювання чи бетонування заради ідеологічних дат («штурмівщина») об'єктивно руйнувало міжмолекулярні зв'язки в матеріалах, що робило такі споруди приреченими на крихкий злам. Фізику обманути неможливо". Це переводить емоційну реакцію слухачів у раціональну, фахову зневагу до антиінженерних практик.
3. **Громадянська суб'єктність та реституція через правила:** Для людей, які пройшли через бойовий досвід чи екстремальні ситуації, надзвичайно важливим є відновлення відчуття справедливості, контролю та верховенства правил. Використовуйте історію боротьби за безпечні умови праці та становлення наукових шкіл прикладної механіки як терапевтичний інструмент. Наголошуйте: "Створення суворих регламентів, допусків, проведення дефектоскопії та відмова від роботи на аварійному обладнанні — це не просто формальність. Це виборене поколіннями інженерів фундаментальне право на безпеку". Усвідомлення того, що фах інженера-механіка робить їх хранителями цих рятівних правил, формує у слухачів потужне відчуття власної важливості у відбудові безпечного цивільного суспільства.

МЕТОДИЧНИЙ КЕЙС ВИКЛАДАЧА (МЕНТОРА) Дисципліна: Історія та культура України **Змістовий модуль 4:** Сучасна прикладна механіка, робототехніка та інженерна етика (Друга половина XX ст. – Сьогодення) **Цільова аудиторія:** Слухачі спеціальності 131 «Прикладна механіка» (ОПП «Зварювальне виробництво»)

Цей методичний документ є розгорнутою академічною інструкцією для викладача, що має на меті перетворити вивчення новітнього історичного етапу розвитку технологій на глибокий фаховий тренінг із цифрового конструювання, дефектоскопії та інженерної моралі. Головне правило ментора курсу: викладач виступає не лектором, а «Головним інженером» (модератором), який керує технічною радою слухачів, готуючи їх до викликів Індустрії 4.0 та повоєнної відбудови.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЇ ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРСЬКИХ ДИСКУСІЙ

Технологія 1: «Етичний трибунал» (Симуляція Whistleblowing та Експертизи)

Тема: Швидка відбудова проти Інструментальної дефектоскопії та Етики зварювального виробництва. **Мета:** Навчити слухачів правовій культурі, фаховій аргументації та здатності застосовувати професійне "вето" при захисті проєктів відновлення інфраструктури від небезпечних, але економічно "вигідних" рішень інвесторів. **Сценарій проведення:**

- **Розподіл ролей (5 хв):** Викладач ділить аудиторію на три фракції.
 - *Фракція А («Комерційний відділ / Інвестори»):* Намагаються мінімізувати витрати на відновлення пошкодженого вибухом та пожежею промислового цеху. Вимагають від підрядників швидко вирівняти прогнуті сталеві балки за допомогою домкратів та заварити осколкові пробоїни звичайними електродами без попереднього підігріву і вирізання "рваних" країв.
 - *Фракція Б («Інженери-механіки та Експерти NDT»):* Захищають закони фізики та ДСТУ. Їхня зброя — результати ультразвукової дефектоскопії, розуміння явища «шокового наклепу», температурної деградації металу та ризику утворення холодних тріщин.
 - *Фракція В («Державна експертна комісія»):* Аудитори, що виносять фінальне рішення на основі технічних та правових аргументів.
- **Постановка проблеми (Вкид):** "Металургійний завод після ракетного удару. Каркас встояв, але метал чорний від кіптяви, є деформації. Інвестор вимагає запустити цех за місяць і відмовляється оплачувати повний демонтаж пошкоджених колон. Вам пропонують премію, якщо ви, як інженер технічного нагляду, підпишете акт про

придатність конструкції після косметичного ремонту і швидкого зварювання. Ваші дії?".

- **Раунд аргументів (15 хв):** Комерсанти тиснуть дедлайнами та необхідністю збереження робочих місць. Інженери мають довести, що нагріта понад критичну межу сталь втратила границю текучості, а зварювання по зоні динамічного шоку без видалення деградованого металу призведе до раптового крихкого обвалу даху на працівників.
- **Синтез (Висновок):** Комісія блокує здачу об'єкта. Викладач підсумовує: візуальний огляд після екстремальних навантажень є інженерним злочином. Фахівець, який повідомляє про порушення норм безпеки (whistleblowing) і вимагає інструментального контролю, є гарантом національної безпеки, а не перешкодою для бізнесу.

Технологія 2: Дискусія за методом «Шести капелюхів мислення» (Е. Де Боно)

Тема: Від фізичного прототипування до цифрових двійників (Кейс топологічної оптимізації в аерокосмічній галузі). **Мета:** Тренування навичок концептуального просторового мислення, розуміння алгоритмів CAD/CAE систем та здатності відмовлятися від класичних стереотипів конструювання заради інновацій. **Сценарій проведення:** Викладач озвучує високотехнологічний макро-кейс: "Сучасне конструкторське бюро. Ви розробляєте масивний титановий кронштейн для кріплення оптики космічного супутника. Балістики ставлять жорстку умову: знизити масу деталі на 40%, оскільки кожен кілограм на орбіті коштує мільйони, але при цьому не втратити жодного відсотка жорсткості. Як змінити парадигму проєктування?".

- **Білий капелюх (Факти):** "Класичне фрезерування прямокутного шматка титану залишає забагато мертвої ваги. Закони фізики твердять, що напруження в суцільній деталі розподіляються нерівномірно".
- **Червоний капелюх (Емоції):** "Недовіра до комп'ютерних алгоритмів. Страх, що деталь, яка виглядає як ажурне мереживо, розсиплеться від стартових вібрацій ракети".
- **Чорний капелюх (Песимізм):** "Якщо ми застосуємо генеративний дизайн, ми створимо настільки складну криволінійну форму (біонічну структуру), що її буде фізично неможливо виготовити на звичайних верстатах. Ми зайдемо в технологічний глухий кут".
- **Жовтий капелюх (Оптимізм):** "Цифрова симуляція (CAE) дозволяє нам провести тисячі віртуальних краш-тестів до витрачання жодного грама реального титану, що колосально економить бюджет розробки".
- **Зелений капелюх (Креатив):** Інженерне рішення. "Застосовуємо метод топологічної оптимізації. Задаємо комп'ютеру точки кріплення і вектори навантажень. Алгоритм за допомогою методу скінченних елементів (МСЕ) сам знаходить «лінивий» метал (зони з нульовими напруженнями) і розчиняє його. Для виготовлення такої біонічної форми використаємо 5-осьові верстати з ЧПК або адитивні технології (промисловий 3D-друк)".
- **Синій капелюх (Управління):** Фінальний протокол. "Сучасний інженер не малює лінії, він програмує фізичні властивості. Перехід до цифрових двійників є єдиним шляхом до створення конкурентоздатної аерокосмічної техніки".

РОЗДІЛ 2. ПРЕЗЕНТАЦІЙНИЙ СУПРОВІД (СЦЕНАРІЙ СЛАЙДІВ)

Вказівка для викладача: Кольорова гама та стилістика модуля має відображати "Індустрію 4.0" (темні, глибокі фони, яскраві неонові лінії, голографічні 3D-моделі (Digital Twin), полігональні сітки скінченних елементів та спектрограми напружень).

- **СЛАЙД 1: Механіка невагомості (Ізогридні структури та Аерокосмічне зварювання)**
 - **Візуал:** Внутрішній розріз циліндричного паливного бака ракети-носія. На стінках чітко видно відфрезеровану ізогридну (вафельну) сітку з трикутних ребер жорсткості. Неоновими стрілками візуалізовано, як колосальне осьове навантаження прискорення розподіляється по цих ребрах, запобігаючи явищу втрати стійкості (зминання) надтонкої оболонки. Окремим яскравим акцентом показано монолітний шов від автоматичного аргонодугового зварювання, що

гарантує герметичність для криогенного палива без використання важких заклепок.

- **СЛАЙД 2: Цифровий двійник та Жива математика (CAE / Метод скінченних елементів)**
 - **Візуал:** Голографічна 3D-модель складної механічної деталі (наприклад, важеля підвіски або ротора турбіни), яка розбита на тисячі дрібних неонових полігонів (тетраєдрів) — сітку скінченних елементів. Кольоровий градієнт (від холодного синього до розпеченого червоного) демонструє епюру напружень під час віртуального удару. "Червона зона" яскраво підсвічує прихований концентратор напружень у гострому внутрішньому куті деталі, показуючи, як цифрова симуляція робить невидиму фізику деформацій видимою для інженера.
- **СЛАЙД 3: Інженерна медицина (Методи дефектоскопії / NDT)**
 - **Візуал:** Інфографіка процесу неруйнівного контролю пошкодженої масивної металоконструкції. Зображено портативний датчик ультразвукового дефектоскопа, що випромінює пучок хвиль у глибину сталевго зварного шва. Графічно показано, як акустична хвиля натрапляє на приховану мікротріщину або шлакове включення і відбивається назад. Поруч — стилізований екран осцилографа з піком відбитого сигналу, що символізує здатність сучасного інженера "бачити крізь метал" і гарантувати безпеку відбудованої інфраструктури.

РОЗДІЛ 3. ТРАВМООРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД (МЕТОДИКА ДЛЯ ВИКЛАДАЧА)

Оскільки цей модуль безпосередньо стосується сучасних катастроф, масованих руйнувань інфраструктури, оцінки пошкоджень після ракетних ударів та повоєнної відбудови, викладач має застосовувати максимальну психологічну обережність при роботі з ветеранами та постраждалими від війни:

1. **Заземлення теми руйнувань через будівельну механіку (Заборона емоційного контенту):** Обговорюючи знищення промислових підприємств, електростанцій чи мостів, категорично заборонено використовувати реальні фотографії зруйнованих українських заводів, пожеж із жертвами чи кривавих наслідків. Переводьте жах війни у суху, академічну мову прикладної механіки. Розглядайте руйнування не як національну трагедію, а як екстремальну інженерну задачу на опір матеріалів: "Чому цей сталевий цех зазнав такого масштабу деформацій? Тому що метал отримав імпульсне динамічне перевантаження, що викликало шоківий наклеп і втрату пластичності. Наше завдання за ДБН — розрахувати залишковий ресурс і спроектувати дублюючі опори".
2. **Дефектоскопія як «Зцілення» металу (Формування життєствердної мети):** Коли йдеться про оцінку пошкодженої військової чи цивільної техніки, не затримуйтесь на стадії "руїни". Негайно переходьте до методів порятунку та реставрації. Навчайте слухачів методам сучасної інженерної медицини (ультразвуковий контроль, магнітопорошкова дефектоскопія, портативна твердометрія). Показуйте ветеранам, що інженер-механік та фахівець зі зварювання — це цілитель понівеченої країни. Їхня спеціальність 131 дає їм легальну, потужну фахову "зброю" для повернення техніки до життя та відновлення інфраструктури, що формує надзвичайно потужну мотивацію та сенс.
3. **Каналізація гніву в правове поле (Інженерна етика та Whistleblowing):** У слухачів із бойовим досвідом загострене почуття справедливості. Факти корупційної економії під час відбудови мостів, укріплень чи виробництва неякісної бронетехніки можуть викликати у них неконтрольований гнів. Завдання ментора — показати, що їхні технічні знання дають їм беззаперечну інтелектуальну владу над ситуацією. Навчайте їх: "Ваша найкраща зброя проти корупціонера та недбалого замовника — це не агресія, а ідеальне знання алгоритмів дефектоскопії, вимог міжнародних стандартів (ISO) та протоколів технічного нагляду. Технократія, спираючись на закони фізики та Кодекс честі інженера, завжди перемагає хабарництво та некомпетентність".