

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор ЗПО «ДІТК»

Олександр СТРИЛЕЦЬ

31.08.2026 р.

ПОСВІДЧЕНО

Заступник директора з навчально-методичної роботи ЗПО «ДІТК»

Сергій ГОРДІЄНКО

31.08.2026 р.

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ З ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ ФІЛОСОФСЬКИХ ЗНАНЬ»

Галузь знань: 13 Механічна інженерія **Спеціальність:** 131 Прикладна механіка **Рівень освіти:** Фахова передвища освіта (ОПС «Фаховий молодший бакалавр»)

ЛЕКЦІЯ 1. Філософія як тип світогляду. Антична філософія від міфу до логосу. Зародження механіки (від Архімеда до Арістотеля).

Вступне слово: Місце філософії у системі підготовки фахівця з прикладної механіки

Шановні здобувачі фахової передвищої освіти! Сьогодні ми розпочинаємо вивчення нормативного академічного курсу «Основи філософських знань». Для багатьох із вас — молодих людей, які свідомо обрали своїм майбутнім фахом прикладну механіку, металообробку, програмування систем з числовим програмним керуванням (ЧПК) та конструювання машин — поява цього гуманітарного предмета в навчальному плані на перший погляд може здатися несподіваною або навіть зайвою. Ви звикли працювати з конкретними, матеріальними, вимірюваними об'єктами: допусками, посадками, крутими моментами, марками легваної сталі, режимами різання та машинобудівними кресленнями. Виникає цілком закономірне, суто прагматичне запитання: навіщо майбутньому техніку-механіку, технологу чи конструктору філософія — наука, що оперує гранично абстрактними категоріями?

Відповідь на це запитання лежить не в площині абстрактної лірики, а в площині жорстких вимог сучасного індустріального світу (Індустрії 4.0) та самого державного стандарту вашої освіти (Наказ МОН № 1284). Звернімося до профілю вашої спеціальності 131. Згідно з вимогами до вашої кваліфікації, ви повинні володіти *Інтегральною компетентністю* — здатністю вирішувати типові спеціалізовані задачі в галузі прикладної механіки, що характеризуються **певною невизначеністю умов**.

Вища математика, опір матеріалів, теорія машин і механізмів дають вам чудові, але жорсткі алгоритми для розв'язання стандартних задач. Але що робити, коли ви стикаєтеся з нестандартною, інноваційною проблемою? Коли потрібно не просто виточити деталь за існуючим радянським кресленням, а зрозуміти глибинну причину системної поломки дороговартісного роботизованого комплексу? Коли на виробництві виникає гострий конфлікт між економічною доцільністю (здешевленням виробництва) та безпекою експлуатації (охороною праці)? Коли вам потрібно проаналізувати масив суперечливої технічної інформації (РН11)?

Саме тут, на межі точних розрахунків і людського фактору, вступає в дію філософія. Філософія — це не просто набір застарілих історичних теорій. Це найвища форма раціонального, системного мислення. Це потужний методологічний інструментарій, який дозволяє вам *описувати та класифікувати технічні об'єкти та процеси, ґрунтуючись на глибокому розумінні основних механічних теорій та практик* (як того прямо вимагає компетентність СК6 вашого стандарту). Філософія формує системний світогляд, здатність до абстрактного моделювання, уміння бачити за окремими шестернями загальні закони функціонування систем. Інженер без філософського, критичного мислення — це просто висококваліфікований ремісник, який сліпо діє за чужою інструкцією. Інженер, озброєний філософською методологією, — це свідомий творець, здатний до інновацій (ЗК6) та розуміння глобальних наслідків своєї професійної праці.

1. Філософія як форма суспільної свідомості та специфічний тип світогляду

Будь-яка цілеспрямована, свідомо діяльність людини (а тим більше надскладна інженерно-технічна діяльність) починається зі світогляду. У філософському академічному дискурсі **світогляд** визначається як цілісна, інтегральна, багаторівнева система найзагальніших поглядів на об'єктивний світ та місце людини в ньому, а також зумовлені цими поглядами життєві позиції, переконання, ідеали, принципи пізнання та ціннісні орієнтації.

Світогляд — це та невидима концептуальна "призма" чи "оптика", через яку ми дивимося на реальність і ухвалюємо рішення. Для фахівця з прикладної механіки світогляд безпосередньо визначає його професійний підхід: чим для нього є сучасний верстат з ЧПК? Це просто купа металу та дротів, призначених для викачування прибутку і виконання плану за будь-яку ціну, чи це складна соціотехнічна кіберфізична система, яка насамперед має бути надійною (СК2), безпечною, ергономічною та екологічно нейтральною? Від того, який світогляд домінує у конструктора чи начальника цеху, безпосередньо залежать життя робітників та стан біосфери. Структурно світогляд не є однорідним монолітом. Він формується на кількох взаємопов'язаних рівнях людської психіки, що еволюціонують від примітивного, біологічного до найвищого, абстрактного:

1.1. Світовідчуття (Емоційно-психологічний рівень). Це найперший, первинний, сенсорний контакт суб'єкта із дійсністю. Він фіксує безпосередні емоційні реакції людини на довкілля: страх перед руйнівною потужністю багатонного преса, інстинктивна тривога від незрозумілого вібраційного шуму в редукторі або естетичне захоплення ідеально відфрезерованою металевою поверхнею. На цьому рівні ще немає раціонального аналізу, є лише швидка реакція нервової системи. У контексті виробництва цей рівень відповідає за базовий інстинкт самозбереження (основа базової охорони праці). Досвідчений робітник "відчуває" биття пульсу механізму, проте для наукового розуміння проблеми лише світовідчуття критично замало.

1.2. Світосприйняття (Світоуявлення). На цьому проміжному етапі окремі, розрізнені відчуття синтезуються нашою свідомістю у цілісні наочні просторово-часові образи. Майстер починає уявляти простір, час, причинно-наслідкові зв'язки роботи механізмів на наочно-побутовому рівні (наприклад, візуалізує, як обертання ведучого вала передається на ведений). Для інженера-механіка цей рівень надзвичайно важливий, оскільки саме на ньому базується *здатність до просторового мислення і відтворення механічних об'єктів, інструментів та механізмів у вигляді проєкційних креслень та тривимірних геометричних моделей (СК5)*. Проте і цього рівня недостатньо для глибокого проєктування.

1.3. Світорозуміння (Раціонально-теоретичний рівень). Це вищий пілотаж роботи людської свідомості. Тут вступають у гру абстрактні поняття, наукові категорії, об'єктивні фізичні закони, гіпотези та математичні моделі. Світорозуміння спирається не на мінливі емоції, а на холодний інтелект і строгу формальну логіку. Ваша *фахова здатність застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки математичні методи (РН1)*, а також *використовувати прикладне програмне забезпечення (САЕ-системи) для виконання складних технологічних розрахунків (РН4)* є прямим проявом і результатом розвитку цього найвищого рівня світогляду. Власне, філософія як наука працює і оперує виключно на рівні світорозуміння.

2. Історична типологія світогляду: еволюція людського інтелекту

Людство не одразу прийшло до раціонального науково-технічного пізнання світу і здатності розраховувати та створювати складні механізми. Світогляд еволюціонував тисячоліттями, пройшовши три великі історичні парадигми: міфологічну, релігійну та філософську. Розгляд цієї еволюції дозволяє зрозуміти, які колосальні інтелектуальні бар'єри довелося подолати людству, щоб уможливити появу інженерії.

2.1. Міфологічний світогляд Міф був найдавнішою, первісною формою суспільної свідомості. Його головна, визначальна епістемологічна характеристика — **синкретизм** (повна нерозчленованість, злитість уявлень). Давня людина не відділяла себе від природи; суб'єктивне (думка) не відділялося від об'єктивного (матерії), а реальне повсякдення — від фантастичного. Міфологія повністю базується на *антропоморфізмі* (перенесенні людських рис, мотивів і поведінки на неживі явища природи). Гроза — це гнів Зевса, шторм — воля Посейдона.

З точки зору історії розвитку техніки та ремесла, міфологічне мислення сприймало будь-який інструмент, зброю чи примітивний механізм як об'єкт, наділений власною, живою душею або створений за допомогою божественної магії. Усі ви знаєте давньогрецькі міфи про Прометея, який вкрав вогонь у богів і дав його людям як першу технологію виживання, або міфи про бога-коваля Гефеста. Металургія та ковальство в давнину вважалися не технологічним процесом, а сакральним, магічним актом.

Зрозуміло, що за таких умов тотального містицизму створення системної прикладної механіки як точної науки було принципово неможливим. Будь-який технічний об'єкт неможливо об'єктивно розрахувати на міцність, стійкість чи довговічність (вимоги СК10), якщо ви щиро вірите, що поведінка металу чи зносостійкість різця залежить від примхи надприродних духів чи магічного прокляття, а не від кристалічної ґратки, сили тертя і вектора сили тяжіння.

Проте, як майбутнім фахівцям, вам варто усвідомити: не слід вважати, що міф назавжди залишився в глибокому минулому кам'яного віку. Елементи небезпечного міфологічного, магічного мислення (алогічного, такого, що ігнорує закони фізики) активно експлуатуються сучасною агресивною рекламою та недобросовісним маркетингом у промисловості. Коли недосвідченому механіку маркетингологи продають «унікальну нано-присадку в масло, яка повністю скасовує закони тертя і магічним чином нарощує зношені деталі двигуна», граючи на його ірраціональній вірі в "технологічне чудо" і бажанні легкої вигоди, — це апеляція саме до архаїчної міфологічної свідомості. Філософія науки вчить вас розпізнавати такі інформаційні нео-міфи і жорстко протиставляти їм об'єктивні закони трибології, термодинаміки та опору матеріалів.

2.2. Релігійний світогляд З розвитком ранніх цивілізацій, поглибленням поділу праці та виникненням держави міф поступово трансформувався у релігію. Релігійний світогляд базується на глибокій вірі в надприродне та жорсткому, онтологічному поділі світу на дві протилежні сфери: земний світ (матеріальний, профанний, тимчасовий і сповнений страждань) і світ потойбічний (трансцендентний, духовний, сакральний, вічний). Головним інструментом пізнання тут виступає **віра** — беззастережне прийняття священних текстів та догматів без жодної вимоги їх експериментального доведення чи логічного, математичного обґрунтування.

Безперечно, релігія відіграла і продовжує відігравати колосальну консолідуючу, культуротворчу та морально-етичну роль в історії людства (зберігаючи культурні цінності суспільства, формуючи етику співчуття — що прямо перегукується із завданнями ЗК2 вашого стандарту). Однак у площині об'єктивного пізнання природи та космосу її жорсткий догматизм та опора на абсолютні авторитети (священні тексти або схоластичні трактати) тривалий час ставали нездоланною перешкодою для вільного науково-технічного пошуку. А справжня інженерія, механіка і наука починаються саме там, де починається право на раціональний сумнів, право на критику, аналіз та математичну перевірку загальноприйнятих "істин".

2.3. Філософський світогляд: епохальний перехід від міфу до Логосу Філософія виникає як явище в період так званого "Осьового часу" (за Карлом Ясперсом) — у Давній Греції (VII–VI ст. до н.е.), а також паралельно у Стародавній Індії та Китаї — як потужна раціональна альтернатива міфу та релігійній догматиці. Термін "філософія" (від давньогрец. *phileo* — люблю, прагну, і *sophia* — мудрість) дослівно означає любов до істини, невпинне прагнення до об'єктивного пізнання.

Перехід від міфологічного, персоніфікованого пояснення світу до філософського, раціонального отримав в історії науки назву **«перехід від міфу до Логосу»**. Давньогрецьке слово *Logos* має багатогранне, надзвичайно глибоке значення: це слово, думка, розум, об'єктивний закон, порядок, пропорція.

Філософський світогляд є принципово теоретичним. Він спирається на Розум (*ratio*), логічне доведення, систему чітко визначених абстрактних категорій та критичний, рефлексивний аналіз. Філософія вперше в історії людства зухвало запитусь: «А що таке буття взагалі? З чого об'єктивно складається матерія? Які внутрішні, незалежні від богів закони керують рухом тіл у просторі?». Саме завдяки цій зміні інтелектуальної парадигми людство отримало можливість не просто приносити жертви богам благаючи про безпеку, а будувати іригаційні системи,

зводити мости і розробляти механізми, спираючись на пізнавані закони природи. Філософія стала матір'ю всіх наук, у тому числі і фундаментом для зародження механіки.

3. Антична натурфілософія: пошук першооснови та велика математизація світу

Перший, ранній етап античної філософії (так званий досократівський період) часто називають **натурфілософією** (філософією природи, від лат. *natura* — природа), оскільки мислителі того часу фокусували весь свій могутній інтелектуальний геній на дослідженні космосу, матерії та загальних законів буття.

3.1. Мілетська школа та проблема субстанції Мислителі Мілетської школи (Фалес, Анаксимандр, Анаксимен) здійснили колосальний інтелектуальний подвиг. Вони першими категорично перестали шукати причини природних явищ у діях богів Олімпу і поставили суто наукове, онтологічне питання: «З чого складається цей світ? Що є його єдиною, незмінною матеріальною першоосновою (архе)?».

- **Фалес Мілетський** (який, до речі, був ще й видатним інженером-практиком і астрономом свого часу) стверджував, що такою першоосновою є вода — як універсальна волога першоречовина, яка здатна приймати всі три агрегатні стани.
- **Анаксимен** вбачав таку основу в повітрі, яке через суто фізичні, просторові процеси розрідження (перетворюючись на вогонь) та згущення (перетворюючись на воду, землю, каміння) створює всі інші речовини і тіла. Зверніть увагу: це вже суто механічний, фізичний підхід до утворення матерії!
- **Анаксимандр** пішов шляхом ще вищої інтелектуальної абстракції і запропонував поняття «апейрон» — безмежну, невизначену, вічну матерію, що перебуває у вічному круговороті та русі.

Для сучасного студента спеціальності «Прикладна механіка» ці античні ідеї про те, що "все є вода або повітря", можуть здатися наївними. Але їхнє значення для вашої професії — фундаментальне і методологічне. Вперше в історії людства було сміливо і раціонально стверджено: світ єдиний у своїй матеріальній основі, він розвивається за власними, внутрішніми, об'єктивними законами, і головне — ці закони може і повинен пізнати людський розум за допомогою спостереження і логіки. Це базова, абсолютно необхідна епістемологічна передумова для вашої майбутньої професійної *здатності до аналізу матеріалів, конструкцій та процесів на основі законів природничих наук (СК1)*.

3.2. Піфагорійський союз: Світ є число (Гносеологічні корені цифрового проєктування)

Ще важливішим, вирішальним і пророчим для розвитку майбутньої прикладної механіки та інженерії стало вчення Піфагора (VI ст. до н.е.) та його впливової філософської школи. Піфагорійці проголосили революційну, парадоксальну для свого часу тезу: «**Світ є число**».

Вони першими в історії звернули глибоку увагу на кількісні, вимірювані характеристики речей і явищ, відсунувши їхні якісні (колір, смак, запах) характеристики на другий план. Завдяки акустичним експериментам із монохордом (однострунним інструментом) вони виявили, що гармонія музичних акордів безпосередньо залежить від точної математичної довжини струни. Спостерігаючи за небом, вони дійшли висновку, що рух небесних тіл підпорядковується суворим геометричним і числовим пропорціям. Світ, на думку піфагорійців, — це Космос (порядок, гармонія, краса), який тримається на математичних співвідношеннях.

Осмісліть цей факт у контексті вашого навчання: сьогодні, коли ви використовуєте комп'ютеризовані системи проєктування (CAD, CAM, CAE) для вирішення технологічних завдань (СК4), коли ви виконуєте 3D-моделювання деталей (РН14), ви працюєте саме і виключно в парадигмі Піфагора. Сучасна САПР (система автоматизованого проєктування) — це перетворення фізичної геометрії деталі (її поверхонь, об'ємів, ліній, дуг) на числовий код, на гігантський масив математичних даних, які потім мікропроцесорна система керування верстата з ЧПК (РН6) зчитує і матеріалізує в металі. Піфагор першим зрозумів, що фізична реальність може бути оцифрована. Без цієї філософської інтуїції жодне сучасне автоматизоване машинобудування не існувало б.

3.3. Атомізм Демокріта: онтологічне підґрунтя матеріалознавства та детермінізму

Вершиною античної натурфілософії та абсолютним тріумфом людського логічного генія стало вчення Левкіппа та Демокріта (V–IV ст. до н.е.) про атоми. Не маючи жодних електронних мікроскопів чи прискорювачів частинок, керуючись лише силою абстрактного філософського

мислення (тією самою здатністю до абстрактного мислення, якої вимагає від вас ЗКЗ вашого стандарту), Демокріт постулював грандіозну картину світу.

Згідно з Демокрітом, істинне буття складається лише з двох фундаментальних сутностей: нескінченної **порожнечі** (небуття) та безлічі невидимих, неподільних, твердих, вічних і незмінних матеріальних частинок — **атомів** (від грец. *atomos* — неподільний), які безперервно і хаотично рухаються у цій порожнечі. Атоми відрізняються один від одного не хімічним складом (він у всіх однаковий), а лише своїми просторово-геометричними та кінематичними характеристиками: формою (кулясті, гачкуваті, гладкі, шорсткі), розміром, порядком просторового розташування та швидкістю руху. Усі видимі макроскопічні тіла у Всесвіті утворюються шляхом простого механічного зчеплення цих атомів. Коли зв'язки рвуться — тіло руйнується, але самі атоми не зникають, вони залишаються цілими і готові до створення нових тіл.

Для майбутнього фахівця з прикладної механіки значення античного атомізму є колосальним. Він заклав одразу три фундаментальні принципи сучасної інженерії:

1. **Закон збереження матерії:** З нічого не виникає ніщо, і ніщо не зникає безслідно. Матерія лише змінює свою конфігурацію і форму. Це найголовніша онтологічна основа фізики, хімії та термодинаміки.
2. **Залежність макроскопічних властивостей від мікроструктури:** Сучасне наукове матеріалознавство (яке вивчає кристалічні ґратки металів, дислокації, фазові перетворення, процеси термічної обробки та легування сплавів для *забезпечення заданого високого рівня надійності машин — СК2*), є прямим історичним і науковим продовженням геніальної здогадки Демокріта. Твердість загартованої легованої сталі чи висока пластичність міді прямо і безпосередньо залежить від того, як "зчеплені" і просторово розташовані її мікрочастинки на атомарному та молекулярному рівнях.
3. **Причинність (Жорсткий механічний детермінізм):** Демокріт категорично і безкомпромісно стверджував, що випадковостей у Всесвіті не існує. Абсолютно все у світі відбувається за об'єктивною необхідністю, через механічне зіткнення і взаємодію атомів. Для сучасного інженера-механіка цей принцип детермінізму — це базова аксіома технічної діагностики та ремонту. Якщо складний механізм (наприклад, коробка передач верстата чи промисловий насос) вийшов з ладу, цьому завжди є об'єктивна, фізична, пізнавана причина (втома металу від циклічних навантажень, перевищення допустимого крутного моменту, абразивний знос через відсутність мастила, кавітація). Завдання інженера — не списувати аварію на "злий фатум" чи "випадковість", а знайти цей об'єктивний причинно-наслідковий ланцюг, зробити математичні розрахунки і усунути технічний дефект конструкції (СК10).

4. Зародження механіки як науки: від Арістотеля до Архімеда

Якщо досократики (Фалес, Піфагор, Демокріт) заклали онтологічні, фундаментальні світоглядні основи світобудови, то філософи класичного та елліністичного періодів підійшли впритул до створення механіки як окремої теоретичної та прикладної дисципліни.

4.1. Арістотель і телеологічне розуміння руху Видатний енциклопедист античності Арістотель (384–322 рр. до н.е.) уперше здійснив спробу систематизувати всі накопичені знання людства, зокрема знання про рух фізичних тіл, заклавши концептуальні філософські основи кінематики і динаміки. Хоча Фізика Арістотеля була здебільшого якісною (описовою) і містила низку хибних з погляду сучасної науки тверджень, саме він ввів у науковий обіг ряд базових понять, якими ви користуєтесь щодня: безперервний рух, простір, час, континуум, сила, швидкість, маса.

Особливий, безпосередній практичний інтерес для інженерного і конструкторського мислення становить його видатне **вчення про чотири причини** будь-якого явища або створеної матеріальної речі. Арістотель стверджував, що для того, аби річ (наприклад, статуя чи інструмент) почала існувати, необхідна взаємодія чотирьох причин:

1. **Матеріальна причина** (те, з чого річ створена, її субстрат, "пасивна матерія"). В сучасній інженерії — це вибір конкретного конструкційного матеріалу. Це вимагає від вас професійної здатності обирати відповідні матеріали (марки сталі, кольорові

метали, полімери) для забезпечення високої якості та технологічності виробу (як зазначено в СК14 вашого стандарту).

2. **Формальна причина** (те, що надає речі конкретної визначеності, її ідея, ескіз чи геометрична форма). В інженерії — це конструкторський задум, робоче креслення, точна геометрична 3D-модель деталі, яку ви розробляєте в САПР, застосовуючи здатність до просторового мислення (СК5).

3. **Рушійна причина** (джерело змін, енергія, яка перетворює і деформує матеріал, надаючи йому форми). В інженерії — це безпосередньо сам технологічний процес виготовлення (верстатна обробка різанням, зварювання, кування, лиття), що неминуче супроводжується застосуванням енергії привода верстата та механічним впливом різального інструменту (СК12).

4. **Цільова причина** (телеологія — заради чого ця річ взагалі створюється, яка її кінцева функція). Жодна технічна деталь не існує заради самої себе. Будь-який механізм проектується для виконання чіткої функції (передача обертання, підняття вантажу, зниження частоти обертів редуктора). Розуміння цільової причини визначає те, як ви будете *обирати оптимальні параметри працездатності та надійності машин (СК2)*.

Арістотелівський філософський підхід жорстко навчає інженера системності: принципово неможливо створити успішний, надійний і технологічний об'єкт, якщо проігнорувати, помилитися або недооцінити хоча б одну з цих чотирьох причин (помилка у виборі матеріалу, помилка в кресленні, порушення технології обробки чи нерозуміння умов експлуатації деталі неминуче веде до браку та аварії).

4.2. Архімед Сіракузький: геніальний синтез математики та інженерної практики Проте справжнім батьком прикладної механіки та неперевершеним генієм інженерії античності став **Архімед (бл. 287–212 рр. до н.е.)**. На відміну від багатьох аристократичних філософів-теоретиків (наприклад, Платона), які часто зневажали ручну, фізичну працю ремісника, Архімед геніально і бездоганно поєднав найвищу математичну абстракцію з практичним конструюванням реальних машин і масштабних механізмів. Архімед здійснив безпрецедентний прорив у напрямках, які досі є концептуальним ядром вашої спеціальності 131 «Прикладна механіка»:

- **Статика та кінематика:** Архімед математично суворо сформулював закон важеля та ввів фундаментальну концепцію центру ваги твердого тіла. Його знаменитий, епічний вислів «Дайте мені точку опори, і я переверну Землю» є справжнім маніфестом усієї світової механічної інженерії. Ця фраза філософськи стверджує велику гуманістичну та технологічну істину: людський інтелект (Логос), озброєний точним математичним знанням законів механіки і правильно сконструйованим механізмом, здатен безмежно посилювати обмежені фізичні можливості біологічного тіла людини, переборюючи колосальний опір матерії та сили гравітації. Цей архімедівський принцип лежить в основі розрахунків абсолютно всіх вантажопідйомних машин (мостових кранів, лебідок), зубчастих редукторів та складних кінематичних ланцюгів приводів сучасного верстатного обладнання, конструкції та основи обслуговування яких ви маєте досконало знати згідно зі стандартом (РН5).

- **Гідростатика:** Знаменитий Закон Архімеда про виштовхувальну силу рідини став першим в історії науки прикладом успішного застосування суворих математичних методів до аналізу фізики суцільних середовищ (рідин та газів), що згодом еволюціонувало в гідродинаміку та пневматику (вкрай важливі складові керування сучасними металорізальними верстатами та автоматичними лініями).

- **Конструювання та винахідництво:** Архімед ніколи не зупинявся на чистій абстрактній теорії. Він розробив безліч практичних, утилітарних механізмів, принципи роботи яких використовуються в індустрії досі: водопідіймальний гвинт (знаменитий шнек Архімеда, який є прямим прообразом сучасних гвинтових конвеєрів для сипучих матеріалів та екструдерів у хімічній промисловості), складні системи блоків (поліспасти) для підняття надважких вантажів мінімальною силою, астрономічні

прилади, а також інноваційні для свого часу масштабні оборонні та металеві машини для захисту рідного міста Сіракуз від римських легіонів.

З методологічної точки зору, Архімед був першим в історії людства інженером-науковцем, який практично продемонстрував компетентність *застосовувати для розв'язання реальних задач прикладної механіки математичні методи (РН1)*. Його науково-практичний підхід — це ідеальне, еталонне втілення Інтегральної компетентності вашого державного стандарту: органічне, нерозривне поєднання фундаментальних теоретичних знань з практичним вирішенням конкретних технічних проблем на виробництві чи оборонному полігоні.

Висновки до Лекції 1

Антична філософія здійснила безпрецедентний, грандіозний подвиг в історії цивілізації — вона назавжди звільнила людський розум від паралізуючого страху перед містичними силами і раціонально довела, що світ є пізнанням, логічним і структурно впорядкованим механізмом. Відкинувши казки і міфи, людство зрозуміло найголовніше: природа є об'єктивною, вона керується строгими законами (Логосом), а ці закони можна пізнати і описати точною мовою геометрії та математики.

Піфагор дав нам числову абстракцію і розуміння пропорцій, Демокріт розкрив таємницю атомної структури матерії і заклав основи детермінізму, Арістотель навчив нас формальної логіки і системного аналізу причин, а великий Архімед надав перші дієві, математично вивірені закони статички і принципи проєктування реальних механізмів. Вивчаючи прикладну механіку сьогодні, використовуючи комп'ютерні симуляції напружень (CAE), програмуючи надточні верстати і вимірюючи допуски в мікронах, ви стоїте на інтелектуальних плечах цих гігантів античної філософської думки.

Проте антична механіка стикалася з нездоланими обмеженнями свого часу: греки ще не знали системного, приладового експериментального методу та класичної динаміки макротіл. Про те, як людство здійснило наступний колосальний інтелектуальний прорив у XVII столітті і створило сучасну науково-технічну методологію (якою ви користуєтеся щодня), ми докладно поговоримо на нашій наступній лекції.

ЛЕКЦІЯ 2. Філософія Нового часу (Р. Декарт, Ф. Бекон). Механістична картина світу. Сучасна та українська філософія (Г. Сковорода, В. Вернадський).

Вступне слово професора: Народження сучасної інженерної парадигми

Шановні здобувачі фахової передвищої освіти! На нашій першій лекції ми з вами здійснили інтелектуальну подорож до античної Греції, де людський розум вперше звільнився від пут міфологічного страху та усвідомив, що космос керується математичними та логічними законами. Античність подарувала нам ідею атома, геометрію та перші закони статички Архімеда. Проте, незважаючи на геніальність античних філософів, їхня наука мала одну суттєву методологічну ваду: вона була здебільшого споглядалною. Грецькі мислителі спостерігали за природою, але не намагалися її активно, системно змінювати за допомогою приладів, вважаючи фізичну, ремісничу працю долею нижчих верств суспільства. Середньовіччя, у свою чергу, занурило європейську науку в схоластику — тип пізнання, де істина шукалася у тлумаченні авторитетних релігійних текстів, а не в реальних випробуваннях металу чи дерева.

Сьогодні ми переносимося у XVII століття — в епоху, яка назавжди змінила хід людської історії. Це епоха Наукової революції або філософія Нового часу. Саме в цей період зароджується те, що ми сьогодні називаємо сучасною інженерією, прикладною механікою та експериментальним технікознавством. Філософи Нового часу зробили радикальний висновок: недостатньо просто міркувати про природу в кабінетах. Природу потрібно активно досліджувати, допитувати, розчленовувати на складові і змушувати її сили (енергію вітру, води, пари) працювати на користь людства.

Сьогодні ми з вами докладно проаналізуємо дві колосальні інтелектуальні колони, на яких тримається вся сучасна методологія прикладної механіки: **емпіризм** Френсиса Бекона та **раціоналізм** Рене Декарта. Ми розберемо, як із їхніх ідей народилася механістична картина світу — абсолютний базис для розрахунків деталей машин та механізмів. А в другій половині

лекції ми звернемося до української філософської традиції (Григорія Сковороди та Володимира Вернадського), щоб зрозуміти, як зберегти людяність, екологічну відповідальність та психологічне здоров'я в епоху суцільної машинізації та індустріальних криз.

1. Френсіс Бекон: Емпіризм, індукція та диктатура експерименту

Англійський філософ, видатний державний діяч і лорд-канцлер Френсіс Бекон (1561–1626) був першим, хто теоретично обґрунтував необхідність експериментальної науки, тісно пов'язаної з технікою та промисловим виробництвом. У своїй фундаментальній праці «Новий Органон» він висунув знамените гасло: «**Знання — це сила**» (**Scientia potentia est**).

Бекон стверджував, що справжня мета науки — не в пустих словесних суперечках, а в збільшенні влади людини над природою задля покращення матеріальних умов життя. Для майбутнього фахівця з прикладної механіки це гасло є квінтесенцією професії: створюючи редуктор, насос чи роботизований конвеєр, ви перетворюєте знання фізичних законів на реальну силу, що служить суспільству і вирішує конкретні технологічні завдання.

1.1. Індуктивний метод та значення експерименту

Очистивши розум від старих догм, Бекон запропонував новий метод пізнання — **індукцію** (рух наукової думки від одиничних, часткових фактів до загальних висновків та законів). Бекон наполягав: не можна просто пасивно спостерігати за природою; треба ставити **експерименти** — штучно створювати умови, ізолювати об'єкт, піддавати його жорстким навантаженням і точно вимірювати показники.

Сьогодні вся прикладна механіка, опір матеріалів та матеріалознавство працюють виключно за методом Бекона. Як інженери дізналися про межу плинності (σ_T) або межу міцності (σ_B) конструкційної сталі чи новітнього полімерного композиту? Вони не вивели її з абстрактних роздумів. Вони взяли сотні стандартних зразків, помістили їх у випробувальні розривні машини, приклали зростаюче зусилля (провели фізичний експеримент), зафіксували тисячі емпіричних точок деформації (одиничні факти) і лише потім, індуктивним шляхом, побудували загальну діаграму розтягання. Саме на основі цих емпіричних даних ви сьогодні здатні *аналізувати матеріали, конструкції та процеси на основі законів, теорій та методів математики і прикладної механіки (СКІ)*. Без беконівської філософії експериментальної індукції сучасна надійна механіка просто не існувала б. Ваша фахова здатність *застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам (РНЗ)* базується на гігантських масивах емпіричних даних, зібраних попередніми поколіннями інженерів-експериментаторів.

1.2. Вчення про «Ідоли розуму» (Основа інженерного фактчекінгу)

Проте Бекон чудово розумів: наш мозок — це дуже недосконалий інструмент. Щоб експеримент був чистим і давав об'єктивні результати, свідомість дослідника треба спочатку очистити від хибних упереджень, стереотипів та ілюзій, які філософ назвав «ідолами» (або привидами). Сучасна когнітивна психологія називає це когнітивними викривленнями. Бекон виділив чотири групи таких ідолів, подолання яких є безпосереднім питанням професійної придатності інженера-механіка:

1. **Ідоли Роду (Idola tribus):** Це системні помилки, притаманні самій біологічній природі людини. Наші органи чуття вкрай недосконалі. Ми не здатні побачити неозброєним оком мікротріщину в зварному шві, не відчуваємо руками ультразвукову вібрацію дефектного підшипника, а наш мозок біологічно схильний бачити порядок і закономірності там, де панує хаос. Тому наука і техніка вимагають створення точних вимірювальних приладів. Ваша компетентність *застосовувати сучасні комп'ютерні методи контролю та оцінювання точності устаткування і деталей машин (РНЗ)* — це саме технічний, матеріалізований інструмент подолання "ідолів роду". Справжній інженер не довіряє своєму оку, він довіряє лазерному інтерферометру, дефектоскопу та мікрометру.

2. **Ідоли Печери (Idola specus):** Це наші індивідуальні упередження, зумовлені специфічним вихованням, звичками або вузькою профільною освітою. Кожна людина ніби сидить у своїй суб'єктивній "печері" власного обмеженого досвіду. Наприклад, досвідчений майстер механічного цеху може вперто відмовлятися від переходу на роботу з новими твердосплавними пластинами або сучасними верстатами з ЧПК, агресивно аргументуючи це

тим, що він "все життя працював швидкорізом і звичайним штангенциркулем, і все було добре". Це типовий "ідол печери", який гальмує технологічний прогрес на підприємстві. Подолати його можна лише через усвідомлену *здатність вчитися і постійно оволодівати сучасними знаннями (ЗК6)* та сміливість виходити за межі власного застарілого досвіду.

3. **Ідоли Ринку (Idola fori):** Найнебезпечніші для інженера ідоли. Вони виникають через неточне, хибне, багатозначне або маніпулятивне використання слів і термінів у процесі комунікації між людьми. У повсякденному житті неточність мови призводить до побутових непорозумінь, а в машинобудуванні точність мови — це питання збереження життів і уникнення мільйонних збитків. Якщо в технічному завданні чи на складальному кресленні поняття "твердість" і "міцність" будуть сплутані, або замість чіткого квалітету допуску (наприклад, H7/g6) буде написано щось незрозуміле, деталь гарантовано піде в брак. Саме тому державний стандарт категорично вимагає від вас здатності *вільно спілкуватися усно і письмово державною мовою, що включає бездоганне знання спеціальної технічної термінології (PH10)*. У світі механіки не існує слова "приблизно", існують лише класи точності.

4. **Ідоли Театру (Idola theatri):** Це сліпа, некритична віра в авторитети, старі наукові догми, популярні теорії або традиції, які розігруються перед нами, мов п'єси на сцені. Бекон закликав: жоден авторитет не може бути вищим за об'єктивний факт. Якщо головний інженер вимагає впровадити технологію обробки, яка, згідно з вашими сучасними розрахунками в САЕ-системах, є небезпечною або неефективною, ви мусите покладатися на об'єктивні математичні та фізичні дані. Для цього ви маєте вміти *збирати потрібну наукову і технічну інформацію з доступних джерел, зокрема іноземною мовою, та застосовувати її для вирішення завдань у галузі прикладної механіки (PH11)*.

2. Рене Декарт: Раціоналізм, дедукція та філософські основи САЕ-систем

Якщо в Англії Френсіс Бекон оспівував живий досвід і експеримент, то у Франції видатний математик і філософ Рене Декарт (1596–1650) пішов кардинально іншим шляхом, закладаючи могутні основи **раціоналізму**. Декарт був переконаний, що наші органи чуття часто нас обманюють (наприклад, ложка у склянці з водою здається зламаною через оптичне заломлення світла, а гуркіт у цеху може приховувати звук тертя). Тому єдиним надійним джерелом істинного, об'єктивного знання є чистий Розум (ratio), озброєний строгими математичними і логічними правилами.

2.1. Методичний сумнів та принцип «Cogito, ergo sum»

Свою філософську систему Декарт розпочав із грандіозного інтелектуального акту: він застосував метод **радикального (методичного) сумніву**. Щоб побудувати міцну будівлю науки, потрібно спочатку розчистити будівельний майданчик від усього непевного і хибного. Декарт вирішив послідовно поставити під сумнів абсолютно все: традиції, наукові праці попередників, свідчення своїх очей і навіть власне існування. Але в процесі цього тотального руйнування ілюзій він знайшов одну абсолютну точку опори. Можна сумніватися в усьому, але неможливо сумніватися в тому, що я зараз сумніваюся. А сумнів — це активний акт мислення. Звідси народилася найвеличніша максима європейської філософії: **«Cogito, ergo sum» (Я мислю, отже, я існую)**. Декарт поставив людський пізнаючий Розум у самий центр Всесвіту.

Спираючись на цей фундамент, Декарт розробив метод **дедукції** — шлях логічного виведення від загальних, очевидних, математично точних істин (аксіом) до конкретних, часткових висновків. У вашій професії дедуктивний метод є основою теоретичної підготовки. Знаючи загальні закони кінематики, динаміки чи теорії пружності (аксіоми), ви дедуктивно застосовуєте їх, коли вам потрібно *вирішувати завдання з теоретичних основ прикладної механіки, здійснювати розрахунки на міцність і жорсткість (СК10)* для розробки конкретного, унікального вала, мостового крана чи зубчастої передачі.

2.2. Аналітична геометрія: матеріалізація філософії в цифровому проектуванні

Проте найгеніальнішим і найважливішим для нас практичним наслідком філософії Декарта стало створення ним **аналітичної геометрії**. До Декарта геометрія (наука про просторові фігури, площини, об'єми, форми) і алгебра (наука про абстрактні числа і рівняння) існували як два окремі, непов'язані світи. Декарт здійснив їхній синтез. Він винайшов знамениту

Декартову систему прямокутних координат (ті самі осі X, Y, Z, з якими працює кожен інженер).

Що Декарт зробив на філософському рівні? Він довів, що будь-яку просторову форму, об'ємне тіло чи складну криву можна перекласти на мову чисел, описати алгебраїчним рівнянням. Він фактично **оцифрував фізичний простір**.

Шановні майбутні фахівці-механіки, усвідомте колосальний масштаб цього філософсько-математичного винаходу! Без відкриття Декарта сучасне комп'ютеризоване машинобудування було б абсолютно неможливим. Ваша ключова фахова здатність — це *застосування комп'ютеризованих систем проєктування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та технологічних досліджень (CAE) (СК4, РН7)*. Як саме працюють програми на кшталт SolidWorks, AutoCAD, Inventor, NX чи Компас-3D? Вони працюють виключно в Декартовому просторі!

Коли ви розвиваєте свою здатність до просторового мислення і відтворюєте механічні об'єкти у вигляді тривимірних геометричних моделей (СК5, РН14), програма не "бачить" металу чи пластику — вона фіксує кожную точку вашого ескізу як математичний масив чисел по осях X, Y, Z. А як працює сучасний верстат з числовим програмним керуванням (ЧПК), конструкцію, приводи та принципи роботи якого ви мусите досконало знати (РН5, РН6)? Його мікропроцесор зчитує G-код, який є лише послідовністю числових команд для крокових двигунів перемістити різальний інструмент від однієї декартової координати до іншої із заданою подачею.

Вся сучасна автоматизована металообробка, вся комп'ютерна інженерна графіка, весь промисловий 3D-друк є фізичною, залізною матеріалізацією абстрактної математичної філософії Рене Декарта. Розуміючи цей глибокий історико-філософський зв'язок, ви перестаете бути просто механічними операторами за монітором і стаєте справжніми інженерами-мислителями, які розуміють суть цифрового виробництва епохи Індустрії 4.0.

3. Механістична картина світу (Від Галілея до Ньютона)

Синтез емпіризму Бекона, дедуктивної математики Декарта та геніальних експериментальних астрономічних і фізичних відкриттів Галілео Галілея підготував ґрунт для появи найпотужнішої наукової парадигми — **Механістичної картини світу**, яку остаточно сформулював і математично обґрунтував Ісаак Ньютон (1642–1727).

Згідно з цією концепцією, весь безмежний Всесвіт (від руху комет на орбітах до падіння яблука і роботи складної системи шестерень) розглядається як гігантська, ідеально змонтована, надскладна Механічна Машина (подібна до годинника).

Ключові постулати механіцизму:

1. **Зведення всього до механіки:** Вважалося, що абсолютно всі процеси в природі можна пояснити і розрахувати виключно законами класичної механіки — рухом матеріальних тіл (мас) у просторі під дією сил інерції, пружності та гравітації.
2. **Абсолютний простір і час:** Простір розглядався як порожня, безкінечна геометрична ємність з незмінними властивостями, в яку поміщено матерію. Час — як абсолютний, незмінний потік, що тече однаково і рівномірно в усіх точках Всесвіту.
3. **Жорсткий (Лапласівський) детермінізм:** Це принцип абсолютної причинно-наслідкової зумовленості. Французький вчений П'єр-Симон Лаплас стверджував: якщо б існував гіпотетичний всеосяжний "Розум" (демон Лапласа), який би знав точне положення, масу і вектор швидкості абсолютно всіх частинок у Всесвіті в даний момент часу, він зміг би за допомогою диференціальних рівнянь Ньютона абсолютно точно обчислити все минуле і передбачити все майбутнє світу до найменших дрібниць. Випадковості не існує; все є наслідком суворої механічної необхідності.

Значення для Галузі 13 «Механічна інженерія»: Сучасна фундаментальна теоретична фізика XX і XXI століть (квантова механіка, теорія відносності Ейнштейна, синергетика) довела, що механістична картина світу є обмеженою. Вона не працює всередині атома і не працює при швидкостях, наближених до швидкості світла. Однак, для **макроскопічної прикладної механіки та індустріального машинобудування парадигма Ньютона залишається абсолютно істинною, непохитною і єдиною методологічною базою**.

Уся ваша фахова навчальна програма — теоретична механіка (статика, кінематика, динаміка), теорія механізмів і машин (ТММ), опір матеріалів — стоїть виключно на фундаменті цієї парадигми. Коли ви, як майбутні техніки чи інженери, *обираєте оптимальні параметри працездатності матеріалів та конструкцій в експлуатаційних умовах (СК2)*, коли ви виконуєте *математичні та технічні розрахунки під час комп'ютерного проєктування технологічних процесів (СК7, РН15)*, ви спираєтесь саме на класичну ньютонівську механіку. Ви свято переконані у жорсткому детермінізмі: якщо ви правильно розрахуєте згинальні моменти, крутні сили, сили тертя, запаси міцності металу і введете ці дані в розрахунковий модуль САЕ-системи, ви отримаєте абсолютно точний і надійний прогноз поведінки деталі під навантаженням.

Механістична філософія назавжди позбавила інженерію страху перед невідомим, замінивши його на строгий, об'єктивний математичний контроль над матерією, дозволивши створювати безпечні мости, літаки, верстати та автомобілі.

4. Українська філософська думка: Григорій Сковорода, Кордоцентризм та Екзистенційний вимір інженерної професії

Західноєвропейська філософія Нового часу (Бекон, Декарт, Ньютон) дала людству могутні інтелектуальні *інструменти*, математичний апарат та методологію перетворення матеріального світу. Проте вона мала одну надзвичайно серйозну, фатальну ваду — вона була занадто холодною, прагматичною і технократичною. Розглядаючи світ як бездушний механізм для викачування ресурсів, вона часто залишала за дужками живу людську душу, емоції та питання високої моральної етики. Якщо людина — це теж лише "складна біологічна машина" (за Ламетрі), то яка цінність її страждань чи радості?

Тому для підготовки повноцінного, гармонійного фахівця ми зобов'язані збалансувати цей європейський технократизм нашою національною, українською філософською традицією, яка завжди ставила в центр буття духовність, мораль та гармонію людини. Українська філософія історично розвивалася не стільки як сувора система гносеології чи фізики, скільки як філософія екзистенційна, глибоко практично-моральна. Вона отримала назву **кордоцентризм** («філософія серця») — вчення про те, що істинне пізнання світу і досягнення щастя можливе лише через єдність розуму і глибинних почуттів людини.

4.1. Григорій Сковорода (1722–1794) та Концепція «Сродної праці»

Найвидатнішим представником цієї традиції є мандрівний філософ і гуманіст Григорій Савич Сковорода. Для вас, сучасних студентів і майбутніх фахівців, найактуальнішим і найбільш життєво необхідним є його соціально-етичне вчення про **«сродну (споріднену) працю»**.

Сковорода глибоко аналізував суспільство і помітив корінну причину людського нещастя і соціального хаосу. Вона полягає в тому, що люди масово займаються "несродним" ділом — вони обирають професію, життєвий шлях і рід занять не за внутрішнім покликом власної природи (не за "сродністю" своєї душі), а під тиском зовнішніх, ілюзорних чи корисливих мотивів: жадоби до грошей, кар'єрного престижу, тиску батьків чи суспільної моди. Робота, яка не є "сродною" (яка суперечить природним талантам і нахилам людини), стає для неї щоденною каторгою. Така людина страждає сама, вигорає психологічно і, що найгірше для суспільства, робить свою роботу неякісно, без душі і майстерності, завдаючи шкоди іншим. *«Немає нічого гіршого, як купатися в достатку і смертельно каратися без природного діла»*, — писав філософ.

Натомість, коли людина знаходить свою "сродну працю" (навіть якщо це фізично важка робота в механічному цеху біля токарного верстата чи безсонні ночі над інженерними кресленнями), сам процес цієї роботи перетворюється на джерело найвищої радості. Праця перестає бути покаранням і стає вищим актом творчості та самореалізації.

Професійна та Trauma-Informed проєкція концепції «сродної праці»: Як це екстраполюється на вашу професію фахівця з прикладної механіки? Давайте будемо відвертими: робота на машинобудівному заводі, програмування систем ЧПК, написання складних технологічних процесів (СК12) та постійне виконання скрупульозних розрахунків (СК10) — це надзвичайно важка, гіпервідповідальна і колосально виснажлива інтелектуальна та фізична праця. Якщо інженерія для вас — це "несродна праця", чужий тягар, обраний лише заради диплома чи стабільної зарплати, ви приречені на глибоке професійне вигорання. Втома

і відразу до роботи неминуче призведуть до втрати концентрації, а в механіці помилка в розрахунках, виборі допуску або ігнорування правил техніки безпеки веде до катастрофічних аварій і людських жертв.

Справжнім, успішним інженером-механіком стає лише той, хто знаходить глибоке внутрішнє задоволення у розв'язанні технологічних суперечностей, для кого запах металу, віртуозний звук фрези та краса ідеально спроектованого і збалансованого механізму є "сродними", природними речами. Тільки за умови такого покликання вимога вашого стандарту *постійно збирати нову технічну інформацію і вчитися (PH11, ЗК6)* буде сприйматися не як примус, а як захопливий процес.

Особливо гостро це питання постає сьогодні, в умовах війни та повоєнної адаптації ветеранів. Для людей, що пережили психологічну травму (ПТСР), залучення до конструктивної, творчої "сродної" інженерної праці — до відбудови інфраструктури, створення нової бронетехніки чи ремонту обладнання — стає найсильнішою формою логотерапії (зцілення через пошук сенсу). Бачачи матеріальний, корисний результат своєї фахової діяльності, людина відновлює свій внутрішній стрижень. Здатність майстра чи керівника цеху побачити сильні сторони кожного робітника і дати йому відповідну, "сродну" ділянку роботи — це вищий рівень виробничого менеджменту.

5. Володимир Вернадський: Від Біосфери до Ноосфери та Екологічний Імператив у Промисловості

Завершує нашу сьогоднішню глобальну лекцію філософський прорив, який нерозривно пов'язаний з ім'ям видатного українського вченого-косміста, геніального природознавця, першого президента Української академії наук — **Володимира Івановича Вернадського (1863–1945)**.

Декарт і Ньютон навчили людство розглядати природу як мертвий механізм, який ми маємо право експлуатувати. Вернадський довів хибність і самогубність такого вузького підходу. Досліджуючи глобальні процеси, він створив вчення про **Біосферу** — єдину живу, саморегульовану оболонку Землі.

Але з розвитком потужної машинної індустрії еволюція біосфери перейшла на якісно новий етап. Вернадський вводить в науковий обіг епохальне поняття **Ноосфери** (від давньогрец. *noos* — розум) — «сфери розуму». Ноосфера — це такий стан біосфери, при якому наукова думка і технічна, промислова діяльність людини стають головним, домінуючим чинником розвитку планети.

Вернадський констатував: **людство перетворилося на найпотужнішу геологічну силу**. Машинобудування, гірничо-збагачувальні комбінати, металургія і транспорт сьогодні переміщують більше маси гірських порід, викидають більше газів і синтезують більше нових хімічних сполук (пластмас, полімерів), ніж усі природні процеси на Землі разом узяті.

Екологічний імператив в прикладній механіці: З цього випливає найголовніший філософський і практичний висновок для вашої професії. Оскільки індустріальний розум інженера став силою геологічного масштабу, на нього лягає відповідальність планетарного масштабу. Державний стандарт фахової передвищої освіти зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» не випадково категорично вимагає від вас: *здатності організовувати роботу відповідно до вимог охорони праці, безпеки життєдіяльності та ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ (СК15)*, а також *застосовувати ці знання в щоденній професійній діяльності (PH9)*.

Це не просто формальний пункт інструкції. Це екологічний імператив виживання. Коли ви як фахівець розраховуєте та *обираєте оптимальні режими виготовлення конструкцій і обираєте матеріали для забезпечення їх якості (СК14, PH12)*, або коли ви *здійснюєте вибір технологічного обладнання (СК3)*, ви більше не маєте права мислити виключно категоріями фінансової економії цеху. Ви зобов'язані мислити ноосферно. Ви повинні проаналізувати:

- Який енергетичний і вуглецевий слід залишить робота спроектованого вами верстатного комплексу?
- Як буде організовано безпечну утилізацію токсичної мастильно-охолоджувальної рідини (МОР) та металевої стружки?
- Чи передбачено в конструкції машини модульність для легкого рециклінгу (вторинної переробки) металів після її списання?

- Чи не зашкодить рівень вібрації та шуму обладнання здоров'ю оператора? Якщо інженер керується лише хижацькою економічною вигодою, ігноруючи закони екології, він веде Ноосферу до стану «некросфери» (мертвої планети). Справжня інженерна праця ХХІ століття повинна стати тією високорозумною, відповідальною силою, яка забезпечить сталий розвиток і гармонійне співіснування техносфери та природи.

Висновки до Лекції 2

Шановні здобувачі! Сьогодні ми з вами подолали колосальний інтелектуальний шлях. Філософія Нового часу подарувала людству непереможну зброю — експериментально-математичний науковий метод. Френсіс Бекон навчив нас отримувати об'єктивні дані з реальних експериментів (РН13) та боротися з ілюзіями нашого розуму. Рене Декарт дав нам аналітичну геометрію та дедукцію — той самий фундамент, на якому сьогодні працюють найсучасніші CAD/CAM-системи та верстати з ЧПК. Механістична картина світу Ньютона озброїла інженерів впевненістю у детермінізмі — можливості абсолютно точно розраховувати напруження і поведінку складних механізмів (СК10).

Але українська філософська традиція нагадує нам, що інженер — це не просто біологічний калькулятор. Інженер — це людина, яка шукає гармонію у "сродній праці" (за Сковородою), яка здатна підтримати своїх колег у важкі часи і яка несе глобальну, ноосферну відповідальність (за Вернадським) за те, щоб створені нею машини були безпечними для працівників і не знищували тендітну екосистему нашої планети. Тільки поєднавши холодну математичну логіку Декарта з українським гуманізмом та екологічним баченням, ви станете справжньою елітою сучасної вітчизняної промисловості.

ЛЕКЦІЯ 3. Онтологія. Вчення про буття. Матерія, простір і час крізь призму фізики. Свідомість та інтелектуалізація праці (штучний інтелект у виробництві).

Вступне слово: Чому інженеру потрібна онтологія?

Шановні здобувачі фахової передвищої освіти! На попередніх заняттях ми розглянули історичний шлях становлення раціонального мислення, як людство перейшло від міфологічних фантазій до строгих логічних і математичних розрахунків, без яких неможлива сучасна наука. Сьогодні ми занурюємося в саму серцевину філософського знання — **онтологію**, або вчення про буття.

Для студента-механіка терміни «буття», «субстанція», «простір» чи «час» можуть здатися чимось відірваним від цехової реальності. Ви звикли мати справу з тим, що можна помацати, виміряти штангенциркулем чи мікрометром. Проте, давайте замислимося: коли ви створюєте 3D-модель складної деталі в системі автоматизованого проєктування (SolidWorks чи Inventor), чи *існує* ця деталь? Її ще немає в металі, її не можна торкнутися, але вона вже має точні геометричні розміри, масу, центр ваги, розраховані напруження. Вона існує у віртуальному, інформаційному вимірі. А коли верстат з ЧПК виточує її з реальної сталевих болванки — вона переходить у матеріальний вимір. Отже, що таке «існування»? Де межа між ідеєю (кресленням) та матерією (готовим виробом)?

Саме онтологія дає інженеру розуміння фундаментальної структури реальності. Вона відповідає на запитання: з чого складається світ, як він організований у просторі та часі, і найголовніше — як наша свідомість здатна цей світ не лише відображати, але й цілеспрямовано змінювати за допомогою техніки та штучного інтелекту. Це фундаментальне знання необхідне вам для формування здатності аналізувати об'єкти та процеси на основі законів природничих наук (відповідно до фахової компетентності СК1).

1. Онтологія: філософське розуміння буття

Термін «**онтологія**» (від давньогрецьких *ontos* — сутнє, те, що існує, і *logos* — вчення, слово) буквально перекладається як вчення про буття. Це найдавніший і найважливіший розділ філософії, який досліджує фундаментальні принципи існування, найзагальніші сутності та категорії сущого.

Категорія «**буття**» є найширшим філософським поняттям. Вона охоплює абсолютно все: матеріальні об'єкти (верстати, планети, атоми), духовні ідеальні явища (ваші думки, формули, проєкти), соціальні процеси (виробництво, економіку) і навіть віртуальну реальність. Бути — означає бути наявним, існувати в будь-якій формі.

У розвитку античної та класичної філософії сформувалися два кардинально протилежні погляди на природу буття, які мають пряму аналогію з базовими розділами вашої профільної дисципліни — теоретичної механіки:

1. **Статична концепція буття (Елейська школа, Парменід).** Парменід стверджував, що справжнє буття — єдине, неподільне, незмінне і вічне. Воно не має ні минулого, ні майбутнього, воно просто є. Рух і зміни він вважав ілюзією наших недосконалих органів чуттів. У контексті інженерії ця філософська абстракція є ідеальним відображенням **статики** та **опору матеріалів** — розділів механіки, які вивчають умови рівноваги абсолютно твердих тіл під дією зовнішніх сил. Коли ви проєктуєте несучу раму мостового крана чи фундамент важкого преса, ваша мета — створити локальне «парменідівське буття»: забезпечити максимальну нерухомість, жорсткість конструкції, відсутність деформацій та її незмінність у часі під колосальними навантаженнями.

2. **Динамічна концепція буття (Геракліт Ефеський).** Геракліт проголосив знамениту тезу: «*Panta rhei*» (Все тече, все змінюється). На його думку, буття — це безперервний процес становлення, рух, взаємоперехід протилежностей. У світі немає нічого абсолютно нерухомого. Для сучасного механіка це пряме філософське обґрунтування **кінематики** та **динаміки**. Будь-який механізм (наприклад, кривошипно-шатунний, кулачковий чи зубчаста передача) — це втілення гераклітівського буття. Сутність механізму полягає саме в його русі, у постійній зміні координат його ланок, у передачі крутного моменту та перетворенні енергії (що відповідає вашим завданням з розрахунку кінематичних параметрів машин — СК12).

Сучасна філософія науки розглядає буття системно. Вона виділяє матеріальне буття (об'єктивна реальність, що існує незалежно від нас) та ідеальне буття (наша свідомість, знання, інформація). Для інженера критично важливо розуміти, що сучасне машинобудування (Індустрія 4.0) — це сфера, де інформаційне (ідеальне) буття керує матеріальним. Математичний алгоритм, написаний програмістом (ідеальне), через контролер примушує сервомотори фрези зрізати метал (матеріальне), перетворюючи заготовку на готову деталь.

2. Матерія: онтологічний субстрат та інженерний матеріал

Якщо буття — це факт існування, то **матерія** — це об'єктивний зміст, субстрат цього існування. У філософії матерія визначається як філософська категорія для позначення об'єктивної реальності, яка дана людині у її відчуттях, яка копіюється, фотографується, відображається нашими відчуттями, існуючи незалежно від них.

Зверніть увагу: філософське розуміння матерії не тотожне фізичному поняттю «речовина». До початку XX століття фізики вважали, що матерія — це лише те, що має масу спокою, твердість та непроникність (атоми, молекули). Проте відкриття електромагнітного поля, радіоактивності та квантових явищ показало, що поле (наприклад, магнітне поле статора і ротора в електродвигуні вашого верстата) — це також повноцінний вид матерії. Воно не має звичної форми чи ваги, ви не можете взяти його в руки, але воно об'єктивно існує і виконує колосальну механічну роботу.

Структурна організація матерії

Світ не є хаотичним набором частинок; матерія має глибоко ешелоновану, системну організацію. Традиційно філософія науки виділяє три мега-рівні:

1. **Мікросвіт:** рівень елементарних частинок, атомів та молекул.

2. **Макросвіт:** рівень об'єктів, співмірних з людиною (від піщинки до планет). Це світ класичної ньютонівської механіки, ваш безпосередній професійний простір.

3. **Мегасвіт:** рівень зоряних систем, галактик і Всесвіту в цілому (світ релятивістської фізики і теорії відносності).

Для фахівця спеціальності 131 «Прикладна механіка» філософське розуміння єдності цих рівнів розкривається через дисципліну **Матеріалознавство** (що є фундаментом компетентності СК14 — здатності обирати оптимальні матеріали).

Філософія стверджує: властивості макрооб'єктів детерміновані структурою мікрооб'єктів. Чому звичайна конструкційна сталь Ст3 є пластичною і легко обробляється різанням, а інструментальна сталь після загартування стає настільки твердою, що сама здатна різати інший метал? Хімічний елемент той самий — Ферум (\$Fe\$) і Карбон (\$C\$). Уся справа у просторовій організації атомів на мікрорівні — кристалічній ґратці. Змінюючи температурний

режим під час термообробки (впливаючи на макрооб'єкт), ви змінюєте тип кристалічної ґратки з аустеніту на мартенсит (на мікрорівні), що радикально змінює фізико-механічні властивості деталі. Інженер, який не розуміє цього філософського принципу зв'язку рівнів матерії, здатний зруйнувати будь-який дорогий механізм неправильно підібраним матеріалом або режимом обробки.

Невід'ємні атрибути матерії

Філософія виділяє властивості матерії, без яких вона принципово не може існувати. Це рух, простір і час.

Рух у філософії — це будь-яка зміна взагалі. Механічний рух (переміщення тіл у просторі) — це лише найпростіша, базова форма руху матерії. Крім неї існують фізична (теплота, електромагнетизм), хімічна (реакції, корозія металів), біологічна та соціальна форми руху. Усі ці форми взаємопов'язані і здатні переходити одна в одну, що відображено у фундаментальному законі збереження енергії. Наприклад, в процесі токарної обробки (механічний рух різця) колосальна частина кінетичної енергії неминуче перетворюється на теплову (фізична форма руху матерії), що вимагає від вас організації систем охолодження зони різання емульсіями (MOP), аби запобігти втраті різцем своїх різальних властивостей.

3. Простір і час — арена розгортання механічних процесів

Матерія не може існувати "ніде" і "ніколи". Вона існує виключно у просторі та часі.

- **Простір** — це форма буття матерії, яка характеризує її протяжність, тривимірність, об'єм, порядок розташування об'єктів, які існують одночасно.
- **Час** — це форма буття матерії, яка характеризує тривалість її існування, послідовність зміни станів, швидкоплинність та незворотність процесів.

В історії філософії та фізики історично зіткнулися дві концепції простору і часу: **субстанційна** та **реляційна**.

Субстанційна концепція (Ісаак Ньютон)

У XVII столітті І. Ньютон, створюючи свою класичну механіку, сформулював поняття «абсолютного простору» і «абсолютного часу». Для Ньютона простір — це своєрідна нескінченна, порожня «коробка», у якій розміщені матеріальні тіла. Простір є однорідним, ізотропним, нерухомим і ніяк не залежить від того, чи є в ньому тіла, чи ні. Аналогічно, абсолютний час — це такий собі космічний годинник, який цокає з однаковою швидкістю у всьому Всесвіті, незалежно від будь-яких фізичних процесів.

Саме ця, субстанційна (ньютонівська) концепція простору і часу є абсолютною базою для вашої професії. Уся класична інженерія, теоретична механіка, гідравліка та теорія машин і механізмів побудовані на геометрії Евкліда та абсолютному часі Ньютона.

Коли ви програмуєте обробний центр з ЧПК (реалізуючи компетентність РН6), ви працюєте саме в ньютонівському евклідовому просторі. Ви задаєте Декартову систему координат: три лінійні осі (X, Y, Z) і, можливо, поворотні осі (A, B, C). Робоча зона верстата — це ваш мікро-всесвіт. Ви встановлюєте «нульову точку» (G54), і відносно неї, в цьому тривимірному жорсткому просторі, ви математично прокладаєте траєкторію руху інструменту (G00, G01, G02, G03) із заданими подачами (F) у часі. Якщо простір на рівні верстата перестав би підкорятися цим класичним законам, жодна деталь не відповідала б заданим кресленням, а система допусків і посадок (основа взаємозамінності деталей) просто втратила б сенс.

Реляційна концепція (Альберт Айнштейн)

З розвитком науки, на початку XX століття, з'явилася теорія відносності А. Айнштейна, яка математично довела правоту іншої філософської концепції — реляційної (від лат. *relativus* — відносний). Згідно з нею, простір і час не існують самі по собі, відірвано від матерії. Це не порожні коробки. Простір і час — це внутрішні, невід'ємні відносини *самої* матерії.

За Айнштейном, масивні тіла викривляють простір навколо себе і уповільнюють плин часу. Чим більша гравітація або швидкість об'єкта (коли вона наближається до швидкості світла c), тим сильніше змінюються просторово-часові характеристики.

Чи потрібна реляційна фізика майбутньому техніку-механіку? У цеху, для розрахунку зубчастої передачі — ні. Швидкості шпинделів верстатів (навіть високошвидкісних, які роблять десятки тисяч обертів на хвилину) мізерні порівняно зі швидкістю світла, тому релятивістськими ефектами можна абсолютно знехтувати. Проте ви, як фахівці з вищою

технічною освітою, повинні розуміти межі застосування класичної механіки. Якщо ваше підприємство виробляє механічні компоненти для систем супутникової навігації (GPS), або прецизійне обладнання для аерокосмічної галузі, то там, на орбіті, гравітація слабша, а швидкості орбітальні, і годинники на супутниках йдуть інакше, ніж на Землі. Без поправок на релятивістський час (за Айнштайном) похибка позиціонування на Землі зростала б на десятки метрів щодня.

Час у виробничому контексті

У виробництві час має ще один, суто прагматичний, економіко-технологічний вимір — **незворотність (стріла часу)**, яка тісно пов'язана з фізичним поняттям *ентропії*. Усі матеріальні системи з часом зношуються і руйнуються. Метал втомлюється від циклічних знакозмінних навантажень (база для розрахунків на витривалість), змащення втрачає свої властивості, підшипники гублять точність.

Розуміння незворотності часу формує одну з найважливіших навичок інженера — здатність проєктувати системи технічного обслуговування, розуміти поняття «життєвий цикл виробу» (PLM), розраховувати стійкість різального інструменту (за рівнянням Тейлора) і прогнозувати час напрацювання машини на відмову. Ви не можете зупинити час руйнування матерії, але завдяки науковим знанням (СК10) ви можете розрахувати його і зробити керованим.

4. Свідомість та інженерний інтелект

Якби світ складався лише з матерії, що рухається у просторі і часі, він був би сліпим і механістичним. Але на певному етапі еволюції матерія породила свою найвищу, найскладнішу форму відображення — **свідомість**.

З позиції філософії, свідомість — це найвища форма психічного відображення об'єктивної дійсності, притаманна лише людині; це суб'єктивний образ об'єктивного світу.

Свідомість є *ідеальною* за своєю природою. Ви не можете зважити думку, виміряти вольтметром ідею чи викреслити на папері натхнення. Проте свідомість має кілька критично важливих характеристик, які роблять можливим саме існування інженерії як такої:

1. **Цілепокладання та випереджальне відображення.** На відміну від тварини, яка діє інстинктивно, підкоряючись обставинам, людина перед початком праці має у своїй свідомості ідеальну, віртуальну модель майбутнього результату. Знаменитий філософський приклад: навіть найгірший архітектор (або інженер) відрізняється від найкращої бджоли тим, що перш ніж будувати матеріальні соти, він будує їх у своїй голові. Здатність до просторового уявлення креслень (СК5) — це не просто навичка, це вищий прояв випереджального відображення свідомості. Ви бачите у шматку металу готову деталь і розумієте, які дії треба виконати, щоб відсікти зайве.

2. **Інтенціональність (спрямованість).** Свідомість завжди спрямована на якийсь об'єкт. Інженерна свідомість інтенціонально спрямована на перетворення світу, на створення штучного середовища (техносфери), яке захищає людину від агресивної природи і розширює її можливості.

3. **Рефлексія.** Здатність свідомості аналізувати саму себе, свої власні думки та помилки. Коли розроблений вами механізм заклинює на випробуваннях, ви не просто фіксуєте факт аварії. Ваша свідомість рефлексує, повертається назад ланцюгом розрахунків, знаходить логічну чи математичну помилку в проєкті, виправляє її і створює нову, досконалішу версію. Це і є основа безперервного інженерного вдосконалення та інновацій (ЗК6).

5. Інтелектуалізація праці: Штучний інтелект у виробництві (Індустрія 4.0)

Ми живемо в епоху Четвертої промислової революції (Індустрії 4.0). Суть цієї епохи, з філософської точки зору, полягає у тотальній **інтелектуалізації праці**. Якщо під час перших трьох промислових революцій машини (парові двигуни, конвеєри, перші електроприводи) замінювали і підсилювали виключно *фізичну* працю людини (м'язову силу), то сьогодні комп'ютерні технології починають виконувати функції, які раніше вважалися монополією людської свідомості.

На сучасних автоматизованих підприємствах ви, як технологи та програмісти систем з ЧПК, вже не стоїте біля верстата у мазуті, обертаючи маховики вручну. Ви працюєте в чистому офісі (чи за стійкою керування), оперуючи масивами даних. Ваша праця з фізичної (матеріальної) стала інтелектуальною (ідеальною).

Штучний інтелект (ШІ) в прикладній механіці

Сучасні системи автоматизованого інжинірингу впритул наблизилися до використання елементів штучного інтелекту. Розглянемо конкретні приклади:

1. **Генеративний дизайн (Generative Design).** Раніше конструктор сам вигадував форму деталі, а потім розраховував її на міцність. Сьогодні інженер-дослідник задає комп'ютеру лише граничні умови (точки кріплення, габарити, вектори і силу навантажень, доступні матеріали). Алгоритм штучного інтелекту (нейромережа) самостійно генерує сотні варіантів форми деталі шляхом еволюційного моделювання, прибираючи матеріал там, де немає напружень. В результаті деталь набуває химерної, біонічної форми (схожої на кістки чи коріння дерев), вона стає на 40% легшою, але такою ж міцною. ШІ вирішує задачу оптимізації краще за людину.

2. **Предиктивне обслуговування (Predictive Maintenance).** Верстати з ЧПК оснащуються сотнями датчиків (IoT — Інтернет речей), які щосекунди фіксують вібрацію шпинделя, температуру підшипників, струм на сервомоторах. Нейромережа аналізує ці "великі дані" (Big Data) у реальному часі. ШІ здатен побачити невидимі для людини мікро-аномалії і з імовірністю 95% попередити: «Через 14 годин роботи фреза №4 зламається» або «Підшипник осі Y вийде з ладу через тиждень». Це дозволяє замінювати деталі до того, як станеться катастрофічна аварія, економлячи мільйони на простоях. Це пряма реалізація компетенції щодо забезпечення надійності машин (СК2) за допомогою найвищих технологій.

Філософська проблема: чи мислить Штучний Інтелект?

Зі стрімким розвитком цих технологій виникає гостра філософська та етична проблема: чи замінить ШІ інженера? Чи володіє комп'ютер свідомістю?

Сучасна філософія науки (наприклад, аргумент Джона Сірла «Китайська кімната») дає однозначну відповідь: **ні, машина не мислить.**

Комп'ютер оперує *синтаксисом* (правилами маніпуляції цифрами і кодом), але він не володіє *семантикою* (не розуміє сенсу того, що він робить). Нейромережа, яка проєктує надміцний кронштейн для літака, не знає, що таке небо, гравітація або людське життя, яке залежить від цього кронштейна. Вона просто мінімізує математичну функцію маси при заданих обмеженнях напружень.

ШІ не має згаданої нами вище *інтенціональності* (він нічого не хоче сам по собі) та *цілепокладання* (мету завжди задає людина). ШІ — це не новий суб'єкт еволюції, це лише інструмент. Грандіозний, надпотужний, незбагненно швидкий, але — інструмент. Такий самий, яким колись був молоток чи ручний лобзик.

Місце фахівця в епоху алгоритмів

Завдання сучасного фахівця з прикладної механіки — не конкурувати з комп'ютером у швидкості виконання рутинних розрахунків чи в написанні стандартних G-кодів. ШІ зробить це швидше і без помилок. Ваше завдання — піднятися на вищий щабель світорозуміння:

- Розуміти фізичну, онтологічну суть процесу (ШІ оптимізує математику, ви — керуєте фізикою).
- Формулювати нетривіальні, інноваційні задачі.
- Брати на себе етичну і юридичну відповідальність за безпеку конструкцій, адже машина відповідальності не несе (відповідно до ціннісно-етичних орієнтирів стандарту).
- Координувати роботу цих складних кіберфізичних систем, мислити системно, бачити виробничий процес як єдиний організм.

Висновки до Лекції 3

Дослідження буття (онтологія) не є абстрактною грою розуму. Це концептуальний фундамент, на якому стоїть уся точна наука.

Розуміння матерії та її структурної організації лежить в основі матеріалознавства — вашої здатності керувати міцністю та пластичністю металів.

Розуміння простору і часу як об'єктивних форм існування матерії дозволяє вам створювати точні геометричні моделі в САПР, складати програми позиціонування для надточних верстатів і розраховувати кінематичні характеристики найскладніших передач.

І нарешті, розуміння природи людської свідомості як інструменту цілепокладання дає вам чіткий орієнтир у сучасному світі Індустрії 4.0. Штучний інтелект та інтелектуалізація праці

— це не загроза для вашої професії. Це перехід інженерії від рутини (обчислень) до чистої творчості (генерування ідей). Матерія залишається фундаментом (субстратом), математичні алгоритми стають рушійною силою, але кінцевим творцем і носієм істинного буттєвого сенсу на виробництві залишається людина — освічений, системно мислячий, соціально відповідальний інженер-механік.

ЛЕКЦІЯ 4. Гносеологія (теорія пізнання) та логіка. Методологія науково-технічного пізнання в механіці (експеримент, моделювання).

Вступне слово: Чому інженеру недостатньо просто «вірити», або ціна інженерної істини
Шановні здобувачі фахової передвищої освіти! Сьогодні ми переходимо до одного з найпрагматичніших і найважливіших для вашої майбутньої професії розділів філософії — **гносеології** (теорії пізнання) та тісно пов'язаної з нею **логіки** і **методології науки**.

Уявіть собі ситуацію: ви — інженер-конструктор або технолог, який відповідає за виготовлення відповідального вузла — наприклад, вала ротора потужної газової турбіни або несучої стійки шасі літака. Ви підібрали матеріал, призначили режими термічної обробки, розрахували допуски на механічну обробку для верстата з ЧПК. І тут постає фундаментальне філософське питання: *«Звідки ви знаєте, що ваші розрахунки правильні? Звідки ви знаєте, що ця деталь витримає циклічні навантаження в 10 000 обертів на хвилину і не розлетиться на друзки, руйнуючи весь механізм і загрожуючи життю людей?»*.

Ви не можете просто «вірити» у міцність валу. Ви не можете покладатися на інтуїцію чи сліпий випадок. Інженерія — це сфера, де помилкове знання має колосальну ціну, яка вимірюється мільйонами гривень збитків або людськими життями. Вам потрібне не просто переконання, вам потрібна **істина** — об'єктивне, доведене, перевірене знання.

Саме тим, як людський розум здобуває істинне знання, як він відрізняє правду від хибі, і які методи (інструменти) він для цього використовує, займається гносеологія. Для фахівця з прикладної механіки гносеологія та логіка — це не абстрактні теорії, це щоденний алгоритм роботи вашого мозку під час діагностики несправностей, проєктування нових механізмів та написання керуючих програм (G-кодів). Відповідно до вашого стандарту, здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗКЗ), а також здатність застосовувати математичні і наукові методи для розв'язання задач (РН1) — це цілком гносеологічні процеси.

1. Гносеологія: сутність, суб'єкт та об'єкт пізнання. Проблема істини.

Гносеологія (від давньогрец. *gnosis* — знання, пізнання, і *logos* — вчення) — це розділ філософії, який вивчає сутність пізнавального процесу, його закономірності та принципи, форми і методи здобуття знань, а також критерії їх істинності.

Процес пізнання завжди має жорстку структуру, він відбувається між двома полюсами:

1. **Суб'єкт пізнання** — це наділена свідомістю людина, яка здійснює цілеспрямовану пізнавальну діяльність (у нашому контексті — це ви: студент, інженер, дослідник, технолог, який прагне розв'язати технічну проблему).

2. **Об'єкт пізнання** — це фрагмент об'єктивної реальності, на який спрямована пізнавальна активність суб'єкта. Для вас об'єктами пізнання виступають: кристалічна структура металів, кінематичні ланцюги верстатів, процеси стружкотворення під час фрезерування, гідравлічні системи, теплові та вібраційні явища у механізмах.

Головною метою будь-якого пізнання (а інженерно-технічного — насамперед) є досягнення **істини**.

У класичній філософії (так звана кореспондентська теорія істини, започаткована ще Арістотелем) **істина** — це адекватне, точне відображення об'єктивної реальності у свідомості людини; це відповідність наших знань тому, що існує насправді.

Якщо ваше креслення, математична модель або програма для верстата з ЧПК точно відповідають фізичним законам і властивостям матеріалу, то деталь буде виготовлена якісно. Це означає, що ваші знання є істинними. Якщо ж деталь ламається під час випробувань — це означає, що у ваш процес пізнання закралася хибя (неврахований фактор, помилка в розрахунках, неправильно обраний коефіцієнт запасу міцності).

Діалектика абсолютної та відносної істини в техніці

Філософія вчить, що істина є процесом, а не застиглою догмою. Науково-технічне пізнання рухається через діалектичну єдність абсолютної та відносної істини.

- **Абсолютна істина** — це повне, вичерпне, остаточне знання про об'єкт, яке не може бути спростоване в майбутньому. В чистому вигляді її досягти надзвичайно важко, адже світ нескінченно складний. Проте в інженерії є елементи абсолютної істини (твердо встановлені факти): наприклад, твердження, що «при нагріванні сталевий заготовки вона розширюється» або «сума моментів сил у статично нерухомій системі дорівнює нулю». Ці факти ніколи не будуть спростовані.

- **Відносна істина** — це знання, яке в цілому правильно відображає дійсність, але є неповним, наближеним, обмеженим рівнем розвитку науки і техніки на даний історичний момент.

Блискучий приклад з історії механіки: класична механіка Ісаака Ньютона та Галілео Галілея була істиною для XVII-XIX століть. Вона дозволила побудувати парові машини, мости і заводи. Але на початку XX століття, з відкриттям елементарних частинок та високих швидкостей, виявилось, що закони Ньютона не працюють у мікросвіті (там діє квантова механіка) і при швидкостях, близьких до швидкості світла (теорія відносності Айнштейна). Чи означає це, що механіка Ньютона стала «хибою»? Ні! Вона просто набула статусу *відносної істини* — вона абсолютно точно працює, але в певних межах (для макротіл і малих швидкостей). Тому розраховуючи редуктор автомобіля чи шпіндель токарного верстата, ви абсолютно легітимно і ефективно продовжуєте користуватися рівняннями класичної механіки. Головним **критерієм істини** у філософії та науці є **суспільно-історична практика**. Для прикладної механіки практика — це промислове виробництво, експлуатація, експеримент. Якою б красивою та складною не була ваша 3D-модель у комп'ютері, лише фізичне випробування реального зразка металу на розривній машині або прогін готової деталі на стенді дає остаточну відповідь: істинними чи хибними були ваші розрахунки.

2. Рівні та форми пізнання: від сенсорики до інтелекту

Процес пізнання — це складний механізм, який функціонує на двох взаємопов'язаних рівнях: чуттєвому та раціональному. Фахівець з механіки у своїй роботі постійно здійснює переходи між цими рівнями.

2.1. Чуттєве пізнання

Це перший, базовий рівень, який здійснюється за допомогою наших органів чуттів (зору, слуху, дотику). Це безпосередній контакт інженера з матеріальним світом. Воно має три форми:

1. **Відчуття** — відображення окремих властивостей предметів (колір нагрітої сталі, звук роботи різця, запах перегрітого мастила).
2. **Сприйняття** — цілісний образ предмета, що виникає при його безпосередньому впливі на органи чуття. Досвідчений токарь або наладчик ЧПК може "на слух" і "на дотик" (за вібрацією станини) визначити, що різальний інструмент затупився або що виник резонанс. Це безцінний практичний досвід.
3. **Уявлення** — відтворення в пам'яті образу предмета, який раніше сприймався, але зараз відсутній. Розвинене просторове уявлення (здатність візуалізувати внутрішній переріз деталі, уявити рух механізму, якого ще не існує) — це основа професійної компетенції конструктора (СК5).

Проте, чуттєве пізнання має критичні обмеження. Очі не бачать мікротріщин у металі. Пальці не можуть виміряти допуск з точністю до мікрона (0,001 мм). Слух не здатен зафіксувати ультразвукові дефекти. Тому пізнання неминує перейти на вищий рівень.

2.2. Раціональне пізнання (Абстрактне мислення)

Це вищий рівень пізнання, який здійснюється за допомогою мозку, інтелекту і мови. Воно виходить за межі того, що можна побачити чи помацати, і проникає в сутність речей, їхні внутрішні закони. Форми раціонального пізнання:

1. **Поняття** — форма мислення, яка відображає загальні, суттєві та специфічні ознаки предметів. Наприклад, поняття «сила тертя», «крутий момент», «модуль пружності», «шорсткість поверхні». Ви не можете побачити «модуль пружності Юнга» очима, це абстрактна фізико-математична категорія, але без неї неможливо розрахувати жодну балку нагин.

2. **Судження** — форма мислення, в якій щось стверджується або заперечується про предмети. Наприклад: «Збільшення подачі при точінні призводить до збільшення шорсткості поверхні» або «Ця марка сталі не піддається зварюванню». Судження зв'язує поняття між собою і фіксує технічний закон.

3. **Умовивід** — форма мислення, за допомогою якої з одного або кількох відомих суджень (засновків) за правилами логіки виводиться нове судження (висновок). Саме умовивід є основою інженерних розрахунків та технічної діагностики. (Наприклад: Усі загартовані сталі мають високу твердість. Деталь А пройшла процедуру загартування. Отже, деталь А має високу твердість і потребує обробки абразивним інструментом, а не звичайним різцем).

3. Роль логіки в інженерному мисленні. Закони формальної логіки

Щоб раціональне пізнання приводило до істини, воно повинно бути правильним, тобто підпорядковуватися суворим правилам. Наука, що вивчає форми і закони правильного мислення, називається **логікою**. Засновником формальної логіки є античний філософ Арістотель.

Інженерія — це на 100% логічна дисципліна. Машини не розуміють емоцій, вони працюють за законами фізики і жорсткої булевої алгебри. Якщо у ваших розрахунках, алгоритмах чи програмах для ЧПК є логічна помилка (суперечність) — верстат видасть брак або станеться аварія.

Розглянемо чотири основні закони формальної логіки та їхнє пряме відображення в прикладній механіці та автоматизації:

1. Закон тотожності (Закон ідентичності)

Філософське формулювання: Кожна думка в процесі даного міркування повинна бути тотожною сама собі ($A = A$). Не можна підміняти поняття.

Інженерний вимір: Цей закон є фундаментом **стандартизації, уніфікації та взаємозамінності деталей**. Якщо в кресленні вказано різьбу M16x1,5, то цей параметр повинен зберігати свою абсолютну тотожність (ідентичність) на всіх етапах: у свідомості конструктора, в кресленні, в програмі технолога і в готовій металевій деталі. Підміна понять (наприклад, плутанина між метричною і дюймовою різьбою або між радіусом і діаметром) призводить до того, що деталі просто не зберуться у вузол. У програмуванні ЧПК закон тотожності вимагає абсолютно точного використання синтаксису (G-кодів та M-кодів): код G00 (прискорене переміщення) не може раптово означати G01 (робочу подачу), вони завжди тотожні своєму жорсткому визначенню.

2. Закон несуперечності (Закон відсутності протиріч)

Філософське формулювання: Два протилежні судження про один і той самий предмет, в один і той самий час, в одному і тому ж відношенні не можуть бути одночасно істинними. (Не може бути одночасно A і $\neg A$).

Інженерний вимір: Це основа побудови **систем безпеки (блокувань) та алгоритмів контролерів (PLC)**, які керують верстатами і промисловими роботами. Механізм не може одночасно виконувати дві взаємовиключні дії. Наприклад, в алгоритмі керування шпинделем верстата: стан "Дверцята робочої зони відкриті" і стан "Шпиндель обертається зі швидкістю 5000 об/хв" є логічно суперечливими. Логічний контролер (PLC) верстата запрограмований так, що він фізично розриває коло живлення при виникненні такого протиріччя. Якщо датчик фіксує m_0 (відкрито), логіка апаратно забороняє команду Start. Несуперечливість мислення рятує руки та життя операторам.

3. Закон виключеного третього

Філософське формулювання: Із двох суперечливих суджень (A і $\neg A$) одне обов'язково є істинним, друге — хибним, а третього не дано.

Інженерний вимір: Цей закон ідеально ілюструє процеси **технічного контролю якості (дефектоскопії) та метрології**. У машинобудуванні при перевірці розмірів деталі за допомогою граничних калібрів (калібр-корек, калібр-скоба) діє бінарна логіка: розмір деталі або знаходиться в межах допуску (Придатна деталь / Go), або виходить за межі допуску (Брак / No-Go). Третього, проміжного стану ("трохи придатна" або "майже в допуску") в суворій інженерії просто не існує. Якщо вал більший за верхнє відхилення — підшипник на нього не напрусується, система не працюватиме. Третього не дано.

4. Закон достатньої підстави (Закон причинності)

Філософське формулювання: Жодна думка не може бути визнана істинною без достатньої на те підстави. Ніщо не відбувається без причини. (Сформульований Г. Ляйбніцем).

Інженерний вимір: Це найголовніший закон **технічної діагностики, технічного обслуговування та експертизи поломок (Root Cause Analysis - аналіз першопричин)**. Деталі не ламаються містичним чином. Якщо зрізало зуби на шестерні коробки швидкостей (наслідок), для цього завжди є об'єктивна матеріальна підстава (причина). Це може бути: порушення режиму змащення (відсутність масла), втомне руйнування металу через перевищення ресурсу, ударне навантаження внаслідок заклинювання іншого вузла, або прихований дефект лиття (раковина) в самій шестерні. Завдання інженера-механіка, виконуючи компетенції щодо оцінки надійності машин (СК2, СК10), — мислити дедуктивно (від загальних законів до конкретного випадку) або індуктивно (збираючи стружку, сліди нагару і зносу, вийти на загальну причину аварії), і знайти цю достатню підставу, щоб не допустити її повторення.

4. Методологія науково-технічного пізнання в механіці

Пізнання істини не відбувається хаотично. Воно вимагає методу. **Метод** — це шлях дослідження, система правил, прийомів та алгоритмів практичної і теоретичної діяльності, спрямованих на досягнення мети. Сукупність методів та вчення про них називається **методологією**.

В інженерній науці та прикладній механіці виділяють два основні рівні методології пізнання: **емпіричний** (дослідно-практичний) та **теоретичний** (логіко-математичний). Сучасний інженер-механік зобов'язаний володіти обома.

4.1. Емпіричний рівень пізнання (Практика і вимірювання)

Цей рівень пов'язаний з безпосереднім дослідженням реальних, матеріальних об'єктів. Його головні методи:

- **Спостереження:** Цілеспрямоване, організоване сприйняття об'єктів та процесів без втручання в них. У промисловості це моніторинг роботи обладнання. Наприклад, спостереження за формою стружки під час точіння (зливна стружка чи стружка надлому) дає інженеру інформацію про правильність вибору геометрії різця та швидкості різання.
- **Вимірювання:** Це визначення кількісних значень властивостей об'єкта з використанням технічних засобів (еталонів). Метрологія — це серце машинобудування. Вимірювання переводить якісні характеристики (довге/коротке, гаряче/холодне) в строгу цифрову форму (міліметри, градуси). Коли ви використовуєте мікрометр, нутромір або надсучасну координатно-вимірювальну машину (КВМ / СММ), ви здійснюєте акт наукового емпіричного пізнання. Ви отримуєте точні дані про відхилення форми, співвісність, шорсткість (РН1, РН4).
- **Експеримент:** На відміну від спостереження, експеримент — це активне втручання суб'єкта в хід процесу, створення контрольованих штучних умов для дослідження об'єкта на межі його можливостей.

Експерименти в механіці бувають критично важливими. Найяскравіший приклад — випробування матеріалів. Щоб дізнатися межу міцності, текучості та відносне видовження нової марки сталі, інженер створює стандартний зразок і поміщає його в розривну машину. Він активно прикладає силу, тягне метал до повного розриву (деструктивний експеримент). Дані, отримані в цьому емпіричному акті (діаграма розтягу), потім стають аксіомою для теоретичних розрахунків міцності будь-яких конструкцій з цього металу (СК14).

4.2. Теоретичний рівень пізнання (Абстракція і логіка)

На цьому рівні пізнання відривається від конкретної металевої болванки і переходить у світ математичних формул, креслень та комп'ютерних алгоритмів.

- **Абстрагування та Ідеалізація:** Це уявне відволікання від несуттєвих властивостей об'єкта і виділення лише тих, які важливі для конкретного розрахунку. Це найважливіший філософський метод в дисципліні "Теоретична механіка".

У природі не існує таких речей, як «матеріальна точка» (тіло, що має масу, але не має розмірів) або «абсолютно тверде тіло» (яке взагалі не деформується). Це філософські ідеалізації. Але без створення цих абстракцій неможливо було б скласти рівняння рівноваги статички. Ми

навмисно спрощуємо (ідеалізуємо) реальність: на етапі статички ми ігноруємо деформацію, щоб знайти сили реакції в опорах. І лише потім, перейшовши до дисципліни "Опір матеріалів", ми повертаємо деформацію в розрахунки. Це блискучий приклад ґносеологічного прийому!

- **Формалізація:** Відображення об'єкта у знаково-символьній формі. Переклад фізичного процесу на мову математики. Формула закону Гука ($\sigma = E \cdot \epsilon$) — це формалізація поведінки пружного матеріалу. Написання керуючої програми (G-коду) для верстата з ЧПК — це формалізація процесу різання (РН6).

4.3. Моделювання — вершина сучасної інженерної ґносеології

Окремо слід виділити метод **моделювання** — вивчення об'єкта (оригіналу) шляхом створення і дослідження його копії (замінника, моделі), яка відтворює найбільш важливі для даного дослідження характеристики оригіналу.

Історично механіка спиралася на *фізичне моделювання* (наприклад, продування зменшених дерев'яних моделей літаків в аеродинамічних трубах). Але в епоху Індустрії 4.0 стався ґносеологічний прорив: домінувальним стало **комп'ютерне математичне моделювання**.

Сьогодні, використовуючи системи автоматизованого інжинірингу (CAE - Computer-Aided Engineering, такі як Ansys, SolidWorks Simulation), ви можете побудувати тривимірну модель будь-якої машини і застосувати до неї **метод скінченних елементів (MSE / FEA)**.

Що відбувається з точки зору філософії пізнання? Ви розбиваєте складний безперервний об'єкт на тисячі дрібних, простих геометричних фігур (скінченних елементів, тетраєдрів), для кожного з яких система вирішує диференціальні рівняння. Ви віртуально прикладаєте сили, віртуально нагріваєте деталь і комп'ютер показує вам кольорову епюру напружень.

Ви отримуєте точне, достовірне знання про те, як поведе себе деталь, де вона зламається і як вона зігнеться, **ще до того, як вона буде виготовлена в металі!**

Це концепція «**Цифрового двійника**» (**Digital Twin**). ґносеологічно це означає, що пізнання випередило фізичне існування речі. Ви економите колосальні ресурси (метал, час, гроші), оскільки всі експерименти на злам ви проводите не в цеху, а в ідеальному (віртуальному) просторі комп'ютерної моделі (реалізуючи компетентності ЗК6, РН4).

Висновки до Лекції 4

ґносеологія та логіка — це невід'ємний інтелектуальний каркас справжнього інженера. Фахівець з прикладної механіки відрізняється від дилетанта саме тим, що він мислить структурно, логічно несуперечливо і завжди спирається на закон достатньої підстави.

Шлях від креслення до готового високоточного механізму — це шлях від теоретичного пізнання (ідеалізації, математичного моделювання в САПР) до емпіричного втілення (експерименту, фрезерування, вимірювання мікрометром). Володіння науковою методологією дає вам здатність не просто відтворювати старі технології, а створювати нові, аналізувати складні фізичні процеси на основі законів природи (СК1), застосовувати найсучасніше прикладне програмне забезпечення (РН4) і нести повну інтелектуальну відповідальність за надійність, точність і безпеку створених вами механічних систем. Ваше знання стає матеріальною силою, що формує індустріальний світ.

ЛЕКЦІЯ 5. Філософська антропологія та соціальна філософія. Біосоціальна природа.

Суспільство як система. Людина в індустріальному світі.

Вступне слово: Чому об'єктом уваги механіка стає людина?

Шановні майбутні фахівці з прикладної механіки! Наші попередні лекції були присвячені фундаментальним основам світобудови: ми вивчали буття, матерію, простір, час та закони логіки. Ми говорили про світ об'єктів — металів, верстатів, креслень та фізичних сил. Проте сьогодні ми здійснюємо кардинальний поворот у нашому філософському дискурсі і ставимо в центр уваги найскладніший, найзагадковіший і найголовніший елемент будь-якої виробничої системи — **людину**.

На перший погляд, може здатися парадоксальним: навіщо технологу, конструктору чи оператору верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) глибоко вивчати природу людини та суспільства? Ваше головне завдання — щоб деталь відповідала кресленню, а механізм працював безвідмовно. Проте, давайте подивимося на це крізь призму системного інженерного мислення.

Жодна машина, жоден роботизований комплекс не існує сам по собі. Техніка створюється людиною, керується людиною і, зрештою, служить для задоволення потреб людини та суспільства. Будь-який сучасний завод — це не просто набір заліза та електроніки. Це складна **соціотехнічна система**, де оператор і верстат утворюють єдиний контур взаємодії. Якщо конструктор проектує пульт керування машиною, не враховуючи біологічних меж людського зору, реакції та анатомії рук, ця машина неминуче призведе до аварії або травми оператора. Якщо начальник цеху запроваджує нові технології, ігноруючи соціальні закони поведінки колективу та психологію мотивації, він отримає саботаж, плинність кадрів і падіння якості.

Згідно з вашим освітнім стандартом, ви повинні володіти низкою загальних компетентностей (ЗК), зокрема: здатністю діяти соціально відповідально та свідомо (ЗК2), здатністю працювати в команді (ЗК4), а також здатністю забезпечувати безпечні умови життєдіяльності та охорони праці (ЗК10). Жодну з цих компетентностей неможливо реалізувати без глибокого філософського розуміння того, ким є людина і за якими законами функціонує людське суспільство в індустріальну епоху. Саме цим питанням присвячені два потужні розділи філософії — **філософська антропологія** та **соціальна філософія**.

1. Філософська антропологія: біосоціальна природа людини та інженерна ергономіка

Філософська антропологія (від давньогрецьких *anthropos* — людина і *logos* — вчення) — це розділ філософії, який вивчає природу та сутність людини, її походження, місце у світі та сенс її існування.

Головна філософська проблема антропології полягає у визначенні того, чим насправді є людина. Історія науки знає безліч крайнощів: від суто біологізаторських концепцій (людина — це просто високорозвинена тварина, набір інстинктів і рефлексів) до соціологізаторських (людина — це чистий аркуш, "гвинтик", який повністю ліпиться суспільством і державою). Сучасна філософія науки дає чітку, синтетичну відповідь: **людина — це унікальна біосоціальна істота**. Вона є неподільною єдністю біологічного та соціального (духовного) начал. Для вас, як для інженерів, ця концепція має абсолютно пряме, практичне та нормативне значення.

1.1. Біологічне начало людини та закони ергономіки

Ми є частиною природи. Наше тіло підпорядковується законам біології, фізіології, анатомії та біомеханіки. Людина має обмежений запас фізичної сили, певний діапазон сприйняття звуку (від 20 Гц до 20 кГц), обмежений кут зору, специфічну будову суглобів та граничний час концентрації уваги. Біологічне тіло схильне до втоми, хвороб і старіння.

В інженерії врахування біологічної природи людини є фундаментом **ергономіки** та **охорони праці** (вимоги ЗК10). Ергономіка — це наука про пристосування робочих місць, предметів і об'єктів праці, а також комп'ютерних програм для найбільш безпечної та ефективної праці працівника, виходячи з його фізичних і психічних особливостей. *Філософський принцип ергономіки*: **Не людина повинна ламати свою природу і пристосовуватися до машини, а машина має бути спроектована так, щоб відповідати біологічній природі людини.**

Приклади з прикладної механіки:

1. **Проектування робочої зони:** Якщо ви конструюєте токарно-гвинторізний верстат, висота розташування шпинделя і маховиків подачі має розраховуватися на основі *антропометрії* (середнього зросту та довжини рук оператора). Якщо маховик буде занадто низько, оператор працюватиме у зігнутій позі, що призведе до остеохондрозу та швидкої втоми (падіння продуктивності).

2. **Захист від виробничих факторів:** Працюючі механізми генерують шум і вібрацію. Тривалий вплив вібрації від ручного пневмоінструмента на руки робітника викликає невиліковну "вібраційну хворобу" (руйнування капілярів і нервових закінчень). Розуміючи біологічну вразливість тіла, інженер зобов'язаний застосовувати системи віброізоляції (демпфери), розраховувати пружні муфти та проектувати захисні екрани (кожухи), щоб ізолювати біологічний організм від руйнівного впливу механічного середовища.

3. **Когнітивна ергономіка (системи ЧПК):** З появою комп'ютеризованих верстатів навантаження змістилося з м'язів на очі та мозок. Інтерфейс стійки ЧПК (наприклад, Sinumerik чи Fanuc) має бути інтуїтивно зрозумілим. Контрастність екрану, розмір шрифту, логіка розташування кнопок (найважливіша кнопка "Аварійна зупинка" завжди велика, червона і

випукла) — все це диктується фізіологією людського сприйняття та швидкістю передачі нервових імпульсів у критичній ситуації.

1.2. Соціальне начало людини: мова, праця, свідомість

Але людина — це не лише тіло. Бик сильніший за людину, а гепард швидший, проте саме людина створила цивілізацію. Це стало можливим завдяки соціальній складовій. Соціальні атрибути людини не передаються через ДНК; вони формуються виключно в процесі виховання, навчання та життя в суспільстві.

До головних соціальних властивостей людини філософія відносить:

1. **Здатність до цілеспрямованої праці:** Людина не просто використовує предмети природи (як мавпа використовує палицю). Людина створює *знаряддя праці для виробництва інших знарядь праці*. Ваша професія — прикладна механіка — це апогей, найвища точка еволюції людської праці. Ви створюєте верстати (засоби виробництва), які будуть виготовляти інші машини. Праця перетворила людину на творця.

2. **Наявність свідомості та мислення:** Здатність ідеально моделювати реальність. Перед тим як виточити вал, ви створюєте його креслення або 3D-модель (здійснюючи випереджальне відображення).

3. **Мова та комунікація:** Здатність передавати складну інформацію. Для інженера мова існує не лише у вигляді слів. **Креслення, допуски і посадки, G-коди — це специфічна, універсальна соціальна мова інженерів усього світу.** Японець, німець і українець можуть не знати розмовної мови один одного, але прочитавши одне креслення (виконане за стандартами ISO), вони однаково зрозуміють, як виготовити деталь.

4. **Колективність (Суспільність):** Сучасне машинобудування неможливе зусиллями одного генія-одинака. Розробка, підготовка виробництва і виготовлення навіть простого редуктора вимагає соціальної взаємодії: конструктор малює, технолог пише маршрут, металург ллє заготовку, програміст пише код, оператор ЧПК обробляє, метролог перевіряє. Від вашої здатності працювати в команді (компетентність ЗК4), вашого вміння вирішувати виробничі конфлікти і розуміти соціальну ієрархію цеху прямо залежить випуск продукції. Отже, філософська антропологія вчить нас: інженерія — це не лише наука про метали, це наука про те, як соціальні істоти, використовуючи свій інтелект, створюють безпечне і комфортне середовище для своїх біологічних тіл.

2. Суспільство як складна самоорганізована система

Ми з'ясували, що людина не може існувати і розвиватися поза колективом. Сукупність людей, об'єднаних історично сталими формами спільного життя та діяльності, утворює **суспільство**. Вивченням суспільства займається **соціальна філософія**.

Для інженера найкориснішим є розгляд суспільства з точки зору **системного підходу**. Суспільство — це не просто натовп, не випадкове скупчення індивідів. Це надзвичайно складна, багаторівнева, відкрита система, що здатна до саморозвитку та саморегуляції. Подібно до того, як сучасний обробний центр складається з механічної, гідравлічної, електричної підсистем та системи керування (і вихід з ладу однієї зупиняє весь верстат), суспільство також складається з чотирьох фундаментальних підсистем (сфер життя):

1. **Економічна (Матеріально-виробнича) сфера:** Це базис суспільства. Вона охоплює процеси виробництва, розподілу, обміну та споживання матеріальних благ. **Саме тут, у цій сфері, знаходиться ваше майбутнє робоче місце.** Заводи, фабрики, верстати, енергетика, транспорт, металургія — все це елементи економічної підсистеми. Ваша фахова діяльність як техніків і механіків буквально створює матеріальний фундамент, на якому стоїть уся цивілізація.

2. **Соціальна сфера:** Включає соціальні групи, класи, нації, демографічні процеси (вік, стать), системи охорони здоров'я та побуту. Від стану машинобудування прямо залежить рівень життя в соціальній сфері (наявність робочих місць, побутової техніки, медичного обладнання).

3. **Політична сфера:** Держава, партії, армія, правова система. Держава регулює виробництво через податки, стандарти (зокрема, ДСТУ, які ви зобов'язані знати) та закони з охорони праці. Оборонно-промисловий комплекс (виробництво зброї, бронетехніки, дронів) є

найяскравішим прикладом того, як машинобудування безпосередньо забезпечує існування держави і нації.

4. **Духовна сфера:** Наука, освіта, мистецтво, мораль, філософія. Технічний університет чи коледж, де ви здобуваєте фах, є елементом духовної сфери (накопичення та передача знань), який безпосередньо обслуговує сферу матеріального виробництва.

Технологічний детермінізм: чи керують машини історією?

У соціальній філософії існує потужний напрямок — **технологічний детермінізм** (яскравими представниками є Д. Белл, А. Тоффлер). Згідно з цією теорією, саме рівень розвитку техніки і технологій є головним, вирішальним фактором, який визначає всю структуру суспільства, його культуру і політику.

Історія машинобудування повністю підтверджує цю філософську тезу. Зміна технологічних укладів кардинально змінювала обличчя людства:

- Винайдення ручних ремісничих інструментів (сокира, ткацький верстат, гончарний круг) створило *традиційне (аграрне) суспільство*.
- Винайдення парової машини, токарного верстата з супортом (Генрі Модслі) та конвеєра породило *індустріальне суспільство*. Виникли величезні міста (урбанізація), з'явився клас найманих робітників (пролетаріат) та інженерів. Змінився сам темп життя — він став підпорядковуватися розкладу гудків на заводі.
- Створення мікропроцесорів, комп'ютерів, систем ЧПК та Інтернету породило *постіндустріальне (інформаційне) суспільство*. Головним ресурсом став не метал чи вугілля, а **інформація** (код, алгоритм, 3D-модель).

Ви, як фахівці з прикладної механіки та комп'ютеризованих систем, є безпосередніми агентами цих соціальних змін. Створюючи нові, більш продуктивні машини, ви не просто обробляєте залізо — ви об'єктивно змінюєте структуру самого суспільства, здешевлюєте товари, звільняєте людей від важкої фізичної праці та стимулюєте розвиток нових індустрій.

3. Людина в індустріальному світі: від "гвинтика" до інтелектуального творця (Індустрія 4.0)

Еволюція відносин у системі "Людина — Машина" — це одна з найдраматичніших тем соціальної філософії та соціології праці. Щоб зрозуміти своє місце на сучасному виробництві, ви повинні озирнутися на історичний шлях індустріалізації.

3.1. Індустріальна епоха: Тейлоризм, Фордизм і проблема відчуження праці

Наприкінці XIX — на початку XX століття (під час Другої промислової революції) машини стали масовими. Заводи-гіганти потребували тисяч робітників. Саме тоді виникли системи наукової організації праці Фредеріка Тейлора та конвеєрне виробництво Генрі Форда.

З інженерно-економічної точки зору це був триумф: ефективність зросла в сотні разів. Але з позиції філософської антропології людина опинилася в глибокій кризі. Тейлоризм розділив працю на:

1. *Інтелектуальну* (менеджери, інженери — вони думали, планували, креслили).
2. *Фізичну* (робітники — вони лише виконували примітивні рухи, не розуміючи суті всього процесу).

Видатний філософ Карл Маркс описав цей стан фундаментальним поняттям **відчуження праці**. У доіндустріальну епоху ремісник-коваль сам придумував виріб, сам його кував, бачив готовий результат і відчував гордість. На конвеєрі Форда робітник все життя закручував одну й ту саму гайку №14 на правому колесі автомобіля.

1. Робітник був *відчужений від процесу праці* (його праця стала механічною, примусовою, бездумною рутинною).
2. Він був *відчужений від продукту праці* (він не створював автомобіль, він створював лише одну операцію, продукт йому не належав).
3. Він був *відчужений від своєї людської сутності* (перетворився на біологічний придаток до машини, живий механізм з м'язів, який просто доповнював конвеєр).

Класичний верстатник (токар або фрезерувальник-універсал) радянської епохи також багато в чому був заручником цієї системи: 8 годин на день він повторював одні й ті самі фізичні рухи, обертаючи лімби, дихаючи масляним пилом і ризикуючи здоров'ям заради виконання норми виробітку. Машина диктувала людині ритм життя.

3.2. Перехід до постіндустріального суспільства та Індустрії 4.0

Сьогодні світ кардинально змінився. Четверта промислова революція (Індустрія 4.0), яка базується на кіберфізичних системах, Інтернеті речей (ІоТ), роботизації та комп'ютеризованих верстатах з ЧПК, радикально змінила соціальний статус інженера та робітника на виробництві. Відбувається історичне **подолання відчуження праці**. Людина нарешті вилучається з безпосереднього процесу фізичного створення деталі. Сучасний фахівець вашого профілю (технолог-програміст ЧПК, наладчик автоматичних ліній) більше не стоїть по коліна в стружці і не крутить ручки верстата силою своїх м'язів. Його функції змінилися кардинально:

- **Від фізичного зусилля — до інтелектуального керування:** Ви створюєте алгоритм у САМ-системі, симулюєте процес на екрані монітора, передаєте програму на верстат через мережу, і машина сама, в закритій кабіні, виконує брудну, небезпечну і важку фізичну роботу з мікронною точністю.
- **Людина стає над машиною:** Інженер повертає собі статус Творця. Він бачить процес системно: від ідеї до готової деталі. Його головна зброя — не гайковий ключ, а аналітичне мислення (ЗК3), здатність до програмування та оптимізації процесів (РН4).
- **Творчість замість рутини:** Автоматизація забирає рутину. Коли верстат чи робот-маніпулятор працює автономно годинами, у фахівця вивільняється час для інноваційного пошуку (ЗК6) — як покращити режим різання, як змінити геометрію інструменту, як зменшити витрати матеріалу.

З точки зору соціальної філософії, Індустрія 4.0 (а зараз концепція вже еволюціонує в **Індустрію 5.0**, де акцент робиться на безпечній і творчій співпраці людини та колаборативного робота - кобота) — це повернення виробництву його гуманістичного, людиноцентричного виміру. Машина знову стає інструментом, а людина — її розумним і шанованим оператором.

4. Соціальна відповідальність інженера та етика технологій

Але така величезна влада над матерією, яку дають сучасні технології, породжує колосальну **соціальну відповідальність**. Інженерія ніколи не була етично нейтральною. Будь-який механізм — це інструмент подвійного призначення. Токарний верстат може виточити штучний суглоб (ендопротез), який поверне людині здатність ходити, і той самий верстат може виточити сердечник для артилерійського снаряда, який обірве десятки життів.

Тому сучасний освітній стандарт (і філософія загалом) жорстко вимагає від вас не лише математичних та технічних навичок, але й здатності діяти на основі **етичних міркувань і соціальної відповідальності** (ЗК2, ЗК10).

4.1. Екологічний імператив

Довгий час індустріальне суспільство жило за хибним міфологічним принципом: "Природа — це нескінченна комора ресурсів і безмежний смітник для відходів". Наслідком стали глобальні екологічні кризи, забруднення річок важкими металами та змашувально-охолоджувальними рідинами (МОР), парниковий ефект. Сьогодні соціальна філософія висуває **екологічний імператив** — безумовну вимогу гармонійного співіснування природи і техносфери. Для вас це означає впровадження концепції **сталого розвитку (Sustainable Development)** безпосередньо у виробничий процес:

- *Проектування безвідходних технологій:* Вибір оптимальних розмірів заготовок, мінімізація стружки (перехід від обробки різанням до методів пластичної деформації чи 3D-друку, де матеріал додається, а не віднімається).
- *Енергоефективність:* Оптимізація кінематики машин, використання сучасних частотних перетворювачів приводів для зменшення споживання електроенергії верстатами.
- *Утилізація та рециклінг:* Застосування екологічно безпечних (біорозкладних) МОР та організація системи збирання і переплавки металевої стружки. Ваш механізм повинен бути спроектований так, щоб після завершення життєвого циклу його можна було легко розібрати та переробити.

4.2. Етика автоматизованих систем і ШІ

З розвитком автоматизації виникає принципово нова соціально-філософська і юридична проблема: **проблема відповідальності машин**. Коли деталь точив токар вручну, і вона виходила бракованою або травмувала людину, винним був токар. Але хто несе моральну та кримінальну відповідальність, якщо роботизований комплекс вийшов з ладу і завдав шкоди?

Робот? Штучний інтелект? Філософія дає однозначну відповідь: **машина не є суб'єктом моралі. Відповідальність завжди лежить на людині — на інженері.**

1. На *конструкторі*, який не заклав достатній коефіцієнт запасу міцності або не передбачив систему аварійного блокування (кінцеві вимикачі, світлові бар'єри).

2. На *програмістові ЧПК*, який припустився помилки в коді і задав хибну траєкторію інструменту.

3. На *технологу*, який призначив надмірний режим різання, що призвів до розриву інструмента.

Ви не можете перекласти свою провину на комп'ютер ("Це програма так порахувала!"). Ваш підпис на кресленні, маршрутній карті чи електронний лог у файлі керуючої програми — це акт взяття на себе особистої соціальної, етичної і навіть кримінальної відповідальності за надійність, працездатність та безпеку створеної вами соціотехнічної системи.

Висновки до Лекції 5

Сучасна механічна інженерія — це глибоко соціальна, гуманістична професія. Філософська антропологія та соціальна філософія доводять нам:

1. Людина є біосоціальною істотою, і вся техніка, яку ви проєктуєте, повинна суворо підпорядковуватися біологічним обмеженням людського тіла (ергономіка, безпека праці) та задовольняти соціальні потреби суспільства.

2. Суспільство — це надзвичайно складна система, фундаментом якої є матеріальне виробництво. Створюючи інноваційні машини, ви виступаєте рушійною силою історичного прогресу, визначаючи технологічний уклад цілих націй.

3. В епоху Індустрії 4.0 ви подолали прокляття "відчуження праці", притаманне ранньому індустріалізму. Фахівець з прикладної механіки сьогодні — це не фізичний придаток конвеєра, а високоінтелектуальний оператор та творець складних кіберфізичних систем.

4. Велика технологічна сила покладе на вас велику етичну відповідальність. Комп'ютери та верстати не знають моралі, вони лише виконують ваші команди. Безпека операторів, екологія планети та надійність експлуатації машин — це виключно ваша філософська і професійна відповідальність як Інженера з великої літери. Техніка має служити людині, і саме ви повинні забезпечити виконання цього закону.

ЛЕКЦІЯ 6. Філософія культури і цивілізації. Філософія історії. Проблеми сенсу історичного процесу, війни та миру.

Вступне слово: Інженер як творець цивілізації та суб'єкт історії

Шановні здобувачі фахової передвищої освіти! Сьогоднішня лекція виводить нас на найвищий рівень філософського узагальнення. Ми залишаємо межі окремого цеху, відриваємо погляд від екрана стійки ЧПК і дивимося на людство в цілому — у просторі планети та в часі тисячоліть. Тема нашої бесіди — філософія культури, цивілізації, історії, а також найгостріша проблема людського буття: війна і мир.

Можливо, дехто з вас зараз скептично усміхнеться: «Яке відношення мають високі роздуми про сенс історії чи античну культуру до моєї майбутньої професії? Моя справа — читати креслення, розраховувати режими різання, налаштовувати фрези і випускати придатні деталі. Історію нехай вивчають гуманітарії». Це глибоко помилкова, вузька позиція, яка перетворює людину з мислячого Творця на сліпий інструмент.

Пам'ятайте: те, що ви проєктуєте в CAD-системах і виточуєте в металі — це не просто «деталі». Це **матеріальна культура людства**. Кожна шестерня, кожен турбінний вал, кожен мікропроцесор у системі керування є цеглинкою, з якої будується будівля нашої техногенної цивілізації. Без вашої щоденної праці (без забезпечення працездатності машин — СК2, без обслуговування механізмів — РН5) цивілізація зупиниться за лічені дні: зникне електрика, зупиниться транспорт, припиниться постачання води та їжі.

Більше того, саме інженерно-технічна думка є головним двигуном історичного процесу. Історія рухається не лише указами королів чи президентів; вона рухається винайденням колеса, парової машини, конвеєра та напівпровідників. А в найдраматичніші моменти історії — під час війн — саме зіткнення інженерних потенціалів, броні та снаряда, якості металургії та точності механіки визначає, яка нація виживе, а яка зникне з мапи світу. Ваш освітній стандарт прямо вимагає від вас загальної компетентності **ЗК2 (Здатність діяти соціально**

відповідально та свідомо). Щоб діяти свідомо, ви повинні розуміти, у якому напрямку рухається людська цивілізація і яка ваша роль у цьому глобальному процесі.

1. Філософія культури: матеріальне та духовне у механіці

Слово «культура» (від латинського *cultura* — обробіток, вирощування, догляд) первісно означало обробіток землі, рільництво. Згодом, завдяки римському філософу Цицерону, це поняття набуло ширшого значення — «культура душі» (виховання, освіта). У сучасній філософії **культура — це сукупність усіх матеріальних і духовних цінностей, створених людством протягом його історії, а також сам процес їх створення, розподілу і споживання.** Це все те, що створено розумом і руками людини, на противагу тому, що дано дикою природою (натурою).

Філософія поділяє культуру на дві великі взаємопов'язані сфери, і фахівець з прикладної механіки працює на їхньому безпосередньому перетині:

1.1. Матеріальна культура

Це створене людиною штучне середовище існування (техносфера). До неї належать знаряддя праці (від кам'яної сокири до 5-координатного обробного центру), будівлі, засоби зв'язку, інфраструктура, а також самі технології виготовлення речей. Коли ви вивчаєте дисципліни "Матеріалознавство", "Теорія різання" чи "Технологія машинобудування", ви насправді вивчаєте історію і сучасний стан матеріальної культури нації. Рівень розвитку прикладної механіки є абсолютно точним, безпомилковим індикатором рівня матеріальної культури суспільства. Якщо країна здатна самостійно спроектувати і виготовити газотурбінний авіаційний двигун або прецизійний верстат (що вимагає найвищої культури лиття, термообробки, допусків і посадок) — це країна з високою матеріальною культурою. Якщо вона лише експортує сировину (рудю) — її матеріальна культура перебуває на примітивному рівні.

1.2. Духовна культура

Вона включає науку, мистецтво, філософію, мораль, релігію та право. Здавалося б, механіка далека від цього. Але це ілюзія! Без потужного духовного фундаменту (розвиненої фундаментальної науки — математики, фізики) неможливий жоден технічний розрахунок (СК1). Більше того, інженерія має свою власну, унікальну естетику. Погляньте на ідеально спроектований кулачковий механізм, на витончені обводи крила літака, на блискучу, відшліфовану до дзеркального блиску (з мінімальною шорсткістю Ra) поверхню підшипника. Це справжнє мистецтво. Видатний авіаконструктор А. Туполєв говорив: «Негарний літак не полетить». Естетика в інженерії (промисловий дизайн) — це пряме відображення досконалості конструкції, правильного розподілу силових ліній і напружень матеріалу.

1.3. Поняття «Інженерна культура» (Культура виробництва)

Для вашої спеціальності ключовим є синтетичне поняття **інженерної культури** (або культури виробництва). Це набір цінностей, правил, стандартів і звичок, які панують на промисловому підприємстві. Що відрізняє підприємство з високою культурою виробництва від відсталого заводу?

1. **Культура точності (Метрологічна культура):** Повага до мікрона. Розуміння того, що допуск — це не просто цифра на кресленні, це закон. Недбалість у вимірюваннях (використання неперевіреного штангенциркуля) — це прояв дикунства в техніці.

2. **Культура стандартизації:** Використання міжнародних стандартів (ISO, ДСТУ). Стандарти — це універсальна мова світової інженерної культури, яка дозволяє деталі, виточені в Україні, ідеально підійти до вузла, зібраного в Німеччині.

3. **Культура робочого місця (Ергономіка та 5S):** Японська філософія Кайдзен (безперервне вдосконалення) породила систему 5S (сортування, дотримання порядку, утримання в чистоті, стандартизація, вдосконалення). Брудний верстат, розкидана по цеху стружка, інструмент, що валяється в мастилі — це ознака не просто поганого менеджменту, це ознака *низької виробничої культури*, яка неминуче призведе до браку і травм (порушення 3K10).

4. **Культура безпеки:** Ставлення до людського життя як до найвищої цінності. Виконання правил охорони праці не зі страху перед штрафом, а через внутрішнє усвідомлення їхньої важливості.

2. Філософія цивілізації: триумф і трагедія техносфери

Поняття «цивілізація» тісно пов'язане з культурою, але має свої відтінки. Слово походить від латинського *civilis* — громадянський, державний. У філософії **цивілізація** визначається по-різному:

- Як синонім культури (у широкому сенсі).
- Як рівень суспільного розвитку, що настав після епохи дикунства і варварства (характеризується появою писемності, міст, держави і класів).
- Як **матеріально-технічний, технологічний аспект культури** (на противагу духовному).

Остання концепція, запропонована німецьким філософом Освальдом Шпенглером (у його знаменитій праці «Занепад Європи») та розвинута Миколою Бердяєвим, є надзвичайно цікавою для осмислення інженерами. Шпенглер вважав, що кожна культура є живим організмом. У період своєї молодості і зрілості вона сповнена духовної енергії, вона творить велике мистецтво, релігію і філософію. Але з часом культура старіє, втрачає душу і перетворюється на **цивілізацію**. Цивілізація, за Шпенглером, — це мертва, механістична, бездуховна стадія розвитку. Це епоха, коли на зміну геніям приходять ділки, на зміну мистецтву — масова індустрія, а на зміну філософії — суто прагматична, утилітарна техніка. Чи мав він рацію? Погляньмо на нашу сучасну **техногенну цивілізацію**. З одного боку, її успіхи грандіозні. Інженерія та прикладна механіка звільнили мільярди людей від голоду, холоду і важкої фізичної праці (чого не могла зробити жодна духовна молитва). Ми створили автомобілі, літаки, комп'ютеризовані верстати-автомати. Життя стало комфортним. З іншого боку, філософи ХХ століття (Мартін Гайдеггер, Еріх Фромм) почали бити на сполох через **кризу техногенної цивілізації**:

1. **Екологічна криза:** Механістичне, хижацьке ставлення до природи. Заводи викачують ресурси і повертають токсичні відходи. Техносфера почала вбивати біосферу.
2. **Технологічне відчуження:** Людина стала придатком до своїх же машин (згадайте проблему відчуження праці з попередньої лекції). Смартфони та алгоритми починають контролювати поведінку людей.
3. **Етичний розрив:** Колосальний розрив між технічною могутністю цивілізації та її моральним рівнем (духовною культурою). Людство отримало в руки технології богів (ядерна енергія, гена інженерія, штучний інтелект), але зберегло психіку та інстинкти печерних людей. Механіка дозволила створити міжконтинентальні балістичні ракети, але духовна культура не винайшла 100% способу запобігти їх використанню.

Ваше завдання як майбутньої технічної еліти — подолати цей розрив. Ваш стандарт вимагає здатності застосовувати професійні знання у практичних ситуаціях (ЗК1), але робити це *екологічно свідомо і соціально відповідально* (ЗК2). Справжній інженер-творець повинен не лише володіти комп'ютерним моделюванням (РН4), але й мати совість. Цивілізація без культури (без етики) приречена на самознищення власними ж технологіями.

3. Філософія історії та сенс історичного процесу

Філософія історії — це розділ філософії, який вивчає об'єктивні закономірності та духовно-моральний сенс історичного процесу, шляхи розвитку людства та його кінцеву мету.

Інженерна думка завжди була нерозривно пов'язана з розумінням часу та історії. Як людство уявляє собі історичний процес?

3.1. Циклічний час (Античність та Схід)

У давнину люди уявляли історію як нескінченний рух по колу, за аналогією до зміни пір року. Цивілізації народжуються, досягають піку, гинуть, і все повторюється знову (колесо Сансари). У такій парадигмі немає поняття «технічного прогресу», адже будь-яке нововведення зрештою буде знищене наступним циклом.

3.2. Лінійний час та ідея Прогресу

Християнська філософія вперше вирівняла час у лінію: від Створення світу до Кінця світу. Історія отримала напрямок і сенс. В епоху Просвітництва (XVIII ст.) та Промислової революції (XIX ст.) ця лінійна концепція трансформувалася у могутню **ідею нескінченного історичного Прогресу**. Здавалося, що розвиток науки і механіки автоматично веде до морального вдосконалення людства. Карл Маркс сформулював концепцію **історичного матеріалізму**, де

головним рушієм історії є *розвиток продуктивних сил* (тобто засобів виробництва, машин, верстатів, металургії). Згідно з Марксом, саме винайдення нових технологічних механізмів змушує суспільство змінювати економічні відносини, а отже — скидати царів, здійснювати революції і змінювати хід історії. Хто володіє передовими технологіями різання, обробки, лиття та інформаційними системами — той керує історією.

3.3. Сенс історії в епоху Індустрії 4.0

Сьогодні наївна віра в те, що "нові верстати зроблять усіх щасливими", зникла. Дві світові війни та екологічні катастрофи довели, що технічний прогрес не тотожний прогресу моральному. Який же тоді сенс історії? Сучасна філософія (синергетика) розглядає історію як процес безперервного зростання *складності* та *інформаційної ємності* систем. Від найпростіших примітивних громад людство рухається до глобальної, об'єднаної мережею планетарної цивілізації (ноосфери за В. Вернадським). І роль інженера-механіка в цьому процесі — фундаментальна. Ваше покликання (сенс вашої професійної діяльності) — забезпечувати стійкість та надійність цієї надскладної матеріальної оболонки людства. Розробляючи надійні механізми (СК10), впроваджуючи економічні режими різання (СК12) та автоматизуючи рутину (РН6), ви звільняєте час і енергію людства для творчості, пізнання Всесвіту та духовного розвитку.

4. Філософські проблеми війни і миру крізь призму інженерії

Цей розділ лекції є найтрагічнішим і найважливішим, особливо для нашої країни сьогодні. Війна і мир — це граничні стани людського буття, і **механічна інженерія завжди перебувала в епіцентрі цих явищ.**

4.1. Війна як онтологічна катастрофа та парадокс технологічного поштовху

З філософської і гуманістичної точки зору, війна — це абсолютне зло, деградація, руйнування матеріальної та духовної культури, знецінення найвищої цінності — людського життя. Видатний теоретик Карл фон Клаузевіц визначив війну як «продовження політики іншими (насильницькими) засобами».

Але в історії техніки існує страшний, кривавий парадокс: **війна завжди була найпотужнішим прискорювачем інженерно-технічного прогресу.** Держави, що борються за виживання або домінування, вкладають колосальні ресурси в ОПК (оборонно-промисловий комплекс). Ті технології, якими ви сьогодні користуєтеся в мирному житті, були народжені для вбивства або захисту:

- **Металургія та матеріалознавство:** Легування сталі (додавання нікелю, хрому, молібдену) для підвищення міцності виникло з потреби створювати броню для лінкорів і танків, яка б витримувала удар снаряда, та робити гарматні стволи, які не розриваються від тиску порохових газів.
- **Авіація та реактивний рух:** Від примітивних "етажерок" Першої світової до реактивних винищувачів Другої світової і сучасних БПЛА — цей шлях механіка пройшла виключно через потребу домінувати в повітрі.
- **Системи ЧПК (Числове Програмне Керування):** Ваша пряма спеціалізація! Перші верстати з ЧПК були створені в США у 1950-х роках не для того, щоб виточувати гарні ніжки для стільців. Їх замовили Військово-повітряні сили США (USAF) для надточного, математично вивіреного фрезерування складних криволінійних профілів лопатей гелікоптерів і деталей крилати ракет, які людина вручну виточити фізично не могла.
- **Інтернет і GPS:** Мережа ARPANET (прабатько Інтернету) створювалася для збереження зв'язку між військовими базами США на випадок ядерного удару, а система GPS — для точного наведення крилатих ракет. Сьогодні ви використовуєте їх для замовлення піци. Це називається **технологіями подвійного призначення (Dual-use technology).**

4.2. Індустріальний характер сучасної війни

Сьогоднішня війна (як і всі війни після Першої світової) — це не просто зіткнення армій. Це **війна економік, логістики та інженерних потенціалів.** Перемагає не лише той, хто має вищий бойовий дух, але й той, чиї металообробні верстати здатні швидше виточити артилерійський снаряд (дотримуючись жорстких допусків на еліпсність та шорсткість, щоб снаряд не заклинило в каналі ствола). Перемагає той, чиї інженери-конструктори зможуть

швидше спроектувати надійніший вузол підвіски для танка, чиї технологи винайдуть швидший спосіб зварювання бронекорпусів.

У сучасній війні (що ми бачимо на прикладі оборони України) величезну роль відіграють **ремонтні підрозділи та польова інженерія**. Здатність фахівця-механіка провести технічне обслуговування і швидкий ремонт бойової машини піхоти, відновити роботу дизельного двигуна, виточити в польових умовах на мобільному токарному верстаті зламану деталь (реалізуючи компетентність РН5 — організація робіт з технічного обслуговування) — це фактор, що безпосередньо рятує життя солдатів на передовій і забезпечує боєздатність підрозділу.

4.3. Етична дилема інженера-зброяра

Робота в оборонній промисловості породжує найглибшу етичну дилему для інженера. З одного боку, ви створюєте механізм, єдина цільова функція якого (згадайте телеологію Арістотеля з Лекції 1) — вбивати людей і руйнувати інфраструктуру. Знаменита історія Роберта Оппенгеймера (творця атомної бомби), який, побачивши випробування свого творіння, процитував давньоіндійський епос: «Я став Смертю, руйнівником світів». Або душевні муки Михайла Калашникова наприкінці життя з приводу того, скільки людей було вбито з автомата його конструкції. Інженер розуміє, що його креслення перетворилося на смерть.

Але з іншого боку (в площині соціальної філософії та політології), існує чітке розмежування на **несправедливі (загарбницькі) війни** та **справедливі (оборонні, національно-визвольні) війни**. В умовах, коли цивілізація, яка сповідує цінності свободи і демократії, зазнає агресії з боку варварської, тиранічної імперії (як це відбувається сьогодні з Україною), створення зброї перестає бути етичним злочином. Воно стає **найвищим моральним обов'язком інженера**. Ваш талант конструктора, ваша здатність проектувати надійні БПЛА (дрони), розраховувати кінематику систем розмінування, програмувати ЧПК-верстати для масового випуску оборонної продукції — це ваш прямий внесок у захист самого права вашої нації на фізичне існування та збереження своєї культури. Це найвищий прояв громадянської та соціальної відповідальності (ЗК2).

4.4. Проблема Миру та повоєнної відбудови

Мир у сучасній філософії розглядається не просто як пасивна «відсутність стрілянини». **Мир — це активний процес підтримки глобального балансу, розвитку інститутів права та сталого економічного розвитку.**

Після завершення воєн людство завжди стикається з колосальною проблемою — **конверсією** (переведенням військової промисловості на випуск цивільної продукції) та **відбудовою інфраструктури**. Саме тут на перший план знову виходить прикладна механіка. Зруйновані мости вимагають нових металоконструкцій (розрахунків на міцність та стійкість). Знищені електростанції потребують нових турбін, генераторів та насосів. Розбиті заводи треба оснащувати новими роботизованими лініями і металообробними комплексами. Післявоєнне відродження України ляже саме на ваші плечі. На плечі фахівців, здатних читати креслення, створювати САД-моделі, програмувати ЧПК, розумітися на матеріалознавстві і забезпечувати найвищу культуру виробництва. Від того, наскільки глибоко ви сьогодні засвоїте фізику, математику (СК1) та теорію механізмів, залежить те, як швидко наша держава повстане з руїн і перетвориться на високорозвинену європейську цивілізацію.

Висновки до Лекції 6

Філософія культури, цивілізації та історії дозволяє нам побачити справжній, глобальний масштаб інженерної професії.

1. **Інженер — це творець матеріальної культури.** Точність, стандартизація, безпека та ергономіка — це не просто технічні вимоги, це показники цивілізованості суспільства. Без високої культури виробництва будь-які технології перетворюються на брухт.

2. **Техніка — рушій історії.** Винаходи в галузі механіки кардинально змінюють соціальну та економічну структуру суспільства, визначаючи перехід від аграрної до постіндустріальної епохи (Індустрії 4.0).

3. **Етика понад усе.** Успіхи техногенної цивілізації породили загрозу самознищення людства. Тому технічні знання (компетентності СК, РН) повинні бути жорстко підпорядковані гуманістичним та екологічним цінностям (ЗК).

4. **Механіка на варті життя.** В умовах справедливої оборонної війни інженерний потенціал нації, робота ОПК та здатність підтримувати бойову техніку в робочому стані є головною гарантією збереження держави. А в мирний час саме фахівці з прикладної механіки є тими атлантами, які збирають, відбудовують і тримають на своїх плечах всю інфраструктуру людської цивілізації.

Ваша професія — це не ремесло. Це велика місія творення і захисту світу!

ЛЕКЦІЯ 7. Феномен техніки: філософський вимір. Структура технічної сфери, еволюція машин і механізмів від ремісничих знарядь до систем ЧПК.

Вступне слово: Чому техніка є філософською проблемою, або Що насправді ви конструюєте?

Шановні здобувачі фахової передвищої освіти! Сьогодні ми переходимо до ключової, найближчої до вашого фаху теми нашого академічного курсу. Якщо на попередніх лекціях ми досліджували абстрактні категорії (буття, матерію, простір, свідомість, історію), то сьогодні ми зосередимо наш інтелектуальний фокус на головному об'єкті вашої щоденної професійної діяльності. Ми поговоримо про **Техніку**.

Для вас, як майбутніх техніків, технологів та програмістів верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК), поняття "техніка" здається абсолютно samozрозумілим, утилітарним і буденним. Це верстати, різальний інструмент, конвеєри, редуктори, мікрометри, сервоприводи та комп'ютери. Ви звикли вимірювати техніку в кіловатах, обертах за хвилину, мікронах, ньютонах та мегапаскалях. Але сьогодні я пропоную вам поглянути на металообробний верстат не очима слюсаря-ремонтника, а очима філософа.

Що таке техніка за своєю онтологічною (буттєвою) суттю? Чи є вона лише шматком мертвого, майстерно відфрезерованого заліза? Звідки вона взялася, якщо в дикій природі не ростуть підшипники і не еволюціонують коробки передач? Яким чином абстрактна людська думка (ідея) матеріалізується у фізичному об'єкті, що здатен змінювати ландшафт цілої планети?

Відповідь на ці запитання дає **філософія техніки** — спеціальний розділ філософського знання, який досліджує сутність техніки, її походження, закономірності її розвитку та вплив на людину і суспільство.

Згідно з вашим освітнім стандартом, ви повинні володіти фаховими компетентностями, зокрема: здатністю аналізувати об'єкти та процеси на основі законів природничих наук (СК1), здатністю оцінювати параметри працездатності машин (СК2) та здатністю обирати оптимальні матеріали й технології (СК14). Проте, щоб стати справжнім Інженером-творцем (а не просто ремісником-виконавцем), ви маєте розуміти глибинну логіку розвитку технічного світу. Ви повинні бачити в сучасному 5-координатному обробному центрі не просто набір осей, а вершину тисячолітньої еволюції людського розуму. Тільки таке, філософськи масштабоване бачення дозволить вам прогнозувати інновації (ЗК6) та розуміти глобальні наслідки своєї інженерної праці.

1. Феномен техніки: від античного "Techne" до сучасної "Другої природи"

Етимологія (походження) слова проливає світло на його первісний, істинний сенс. Слово «**техніка**» походить від давньогрецького **techne** ($\tau\epsilon\chi\acute{\nu}\eta$), що означає мистецтво, майстерність, ремесло, вміння.

В античності не було прірви між інженером і художником. Давньогрецький майстер, який створював досконалу скульптуру з мармуру, і майстер, який будував корабель чи водопідіймальний механізм Архімеда, керувалися одним і тим самим принципом *techne* — здатністю штучно створювати те, чого не існує в природі, спираючись на розум і пропорцію (Логос).

У сучасній філософії не існує єдиного, абсолютно вичерпного визначення техніки, оскільки цей феномен є багатограним. Розглянемо найважливіші філософські концепції техніки, які розкривають її сутність для майбутнього механіка:

1.1. Техніка як "органопроєкція" (Концепція Ернста Каппа)

У XIX столітті німецький філософ Ернст Капп висунув геніальну теорію органопроєкції, яка стала наріжним каменем філософії техніки. Згідно з Каппом, **техніка — це продовження, посилення та об'єктивізація (проєкція у зовнішній світ) природних органів людського тіла.**

Людина біологічно є дуже слабкою істотою (ми говорили про це на лекції з антропології). У нас немає ікол, пазурів, міцного панцира чи крил. Щоб вижити і підкорити природу, людина почала створювати штучні органи:

- *Молоток і зубило* — це проєкція людського кулака, але зроблена з твердої інструментальної сталі.
- *Клепальна робота-маніпулятор* або *токальний патрон* (який затискає деталь кулачками) — це пряма механічна проєкція людської кисті, що хапає предмет, але здатна витримати зусилля в тонни.
- *Стріла мостового крана* — це проєкція людської руки, а система блоків (поліспасти) — імітація сухожиль і м'язів.
- *Оптичні мікроскопи та лазерні сканери КВМ* (координатно-вимірювальних машин) — це проєкція та посилення людського ока.
- *Кабельні мережі цеху* — це кровоносна система.
- *Мікропроцесор стійки ЧПК* — це пряма матеріальна проєкція людського мозку (нейронних мереж).

З цієї точки зору, весь ваш інженерний фах полягає у створенні гігантського, потужного, залізного "екзоскелета" для людства. Механіка посилює біологію.

1.2. Техніка як упредметнене (матеріалізоване) знання

Сучасна філософія науки розглядає техніку як застиглу, матеріалізовану інформацію.

Уявіть собі зубчасту шестерню зі складним евольвентним профілем зуба. З точки зору чистої фізики та хімії — це просто кілька кілограмів сплаву заліза і вуглецю (сталі 40Х). Але з точки зору філософії, ця шестерня на 90% складається з **чистої думки**.

У цю геометрію зуба вкладено геній Ейлера (який описав криву евольвенти), знання матеріалознавців (які підібрали режим цементації та загартування для міцності поверхні), точний математичний розрахунок технолога на витривалість і математичний алгоритм (G-код), який змусив фрезу зрізати зайвий метал.

Техніка — це розум, відлитий у металі. Чим складніший верстат, тим більша частка ідеального знання (інформації) міститься в кожному грамі його матеріалу. Ваше завдання як інженерів — постійно збільшувати інформаційну ємність металу.

1.3. Техніка як "Друга природа" та проблема "Поставу" (Концепція М. Гайдеггера)

Техніка сформувала **техносферу** — штучне середовище, "Другу природу", в якій сучасна людина проводить 99% свого часу (ми живемо в штучних будівлях, їздимо в штучних машинах, дивимося в штучні екрани).

Видатний німецький філософ Мартін Гайдеггер у своїй роботі "Питання про техніку" звернув увагу на приховану небезпеку. Він ввів поняття **"Постав" (Gestell)** — це сутнісна властивість сучасної техніки ставитися до всього світу (і до самої людини) виключно як до "резерву", сировини, ресурсу для безперервного споживання. Техніка, на думку Гайдеггера, має тенденцію виходити з-під контролю і нав'язувати людині свій ритм. Ліс розглядається не як живий організм, а лише як кубометри деревини для целюлозного комбінату. Річка — лише як тиск води для турбін ГЕС.

Для вас, як майбутніх керівників виробництва, ця філософська проблема є надзвичайно актуальною: чи дозволите ви технічній доцільності (виконанню плану за будь-яку ціну) перетворити ваших робітників на живі "витратні матеріали", чи ви збережете гуманістичний підхід до організації праці (дотримуючись етики та вимог ЗК2, ЗК10)?

2. Структура технічної сфери: від "заліза" до креслень

Техніка — це не просто набір випадкових предметів. Це грандіозна, глобальна система. Щоб навчитися нею керувати, інженер повинен бачити її внутрішню структуру. У філософії та методології науки структуру технічної сфери прийнято ділити на три фундаментальні блоки: технічні об'єкти (апаратне забезпечення), технічне знання (інформаційне забезпечення) та технічну діяльність (праксіс).

2.1. Технічні об'єкти (Артефакти)

Це безпосередньо матеріальні речі, створені людиною. У вашій сфері прикладної механіки технічні об'єкти класифікуються за своїм призначенням:

- **Знаряддя праці (інструменти):** різці, фрези, свердла, молотки, вимірювальні прилади. Це те, що безпосередньо контактує з предметом праці (знімає стружку).
- **Машини та механізми:** токарні, фрезерні, шліфувальні верстати, преси, конвеєри, роботи, двигуни. Машина, на відміну від інструмента, має своє власне джерело енергії (мотор) і сама виконує рухи.
- **Технічні споруди та інфраструктура:** цехи, естакади, мостові крани, шахти, електромережі. Вони не створюють продукт безпосередньо, але забезпечують простір і умови для його створення.
- **Матеріали:** спеціально синтезовані або оброблені людиною речовини, яких не існує в чистому вигляді в природі (леговані сталі, композити, полімери, металокераміка, тверді сплави марок ВК8, Т15К6).

2.2. Технічне знання та документація

Це ідеальна (нематеріальна) складова техніки. Жоден, навіть найдосконаліший, 5-осьовий обробний центр Mazak або DMG Mori не виточить жодної деталі, якщо він не отримає інформацію.

До технічного знання належать:

- **Фундаментальні закони:** класична механіка, термодинаміка, опір матеріалів, теорія різання металів (база для компетентності СК1).
- **Прикладні методики та нормативи:** довідники режимів різання, таблиці допусків і посадок, методики розрахунку зубчастих передач на контактну витривалість. Це квінтесенція досвіду попередніх поколінь інженерів.
- **Конструкторська та технологічна документація:** Це соціальна пам'ять техніки. Креслення, 3D-моделі (CAD), маршрутні та операційні карти, G-коди (CAM). Це та сама універсальна "технічна мова", про яку ми згадували в попередніх лекціях. Без креслення (ідеального образу) неможливо створити якісний фізичний об'єкт. Здатність створювати і читати цю документацію (PH11, PH14) — це показник вашої належності до світової технічної культури.

2.3. Технічна діяльність (Праксис)

Це цілеспрямований процес перетворення природної матерії на штучні об'єкти за допомогою знарядь праці та знань. Технічна діяльність має свої етапи:

1. *Науково-дослідний етап (НДДКР):* відкриття нових принципів обробки (наприклад, електроерозійна обробка або лазерне різання).
2. *Проектно-конструкторський етап:* розробка кінематичної схеми, створення 3D-моделі (САПР), розрахунок напружень (CAE), випуск креслень (СК4).
3. *Технологічний етап:* написання алгоритму виготовлення, вибір інструменту, баз, режимів (САМ-системи), програмування ЧПК (PH6).
4. *Виробничий етап:* безпосередньо робота оператора і верстата в цеху, фізичне зняття стружки.
5. *Етап експлуатації та технічного обслуговування:* найдовший етап життєвого циклу. Механізм повинен надійно працювати. Регулярна заміна мастила, діагностика вібрацій, заміна підшипників, поточний ремонт — це компетенції PH5 та СК10, які забезпечують безперервність існування технічного об'єкта.

3. Філософія еволюції машин: від кам'яної сокири до штучного інтелекту

Головна закономірність розвитку техніки полягає в тому, що **машина поступово, етап за етапом, витісняє людину з безпосереднього процесу виробництва, забираючи на себе спочатку її фізичні, а потім і інтелектуальні функції.**

Цей процес можна розглядати як об'єктивний закон еволюції техносфери, який кардинально змінює зміст людської праці та соціальні відносини. Виділяють чотири великі історичні етапи (технологічні уклади) в еволюції машин і механізмів.

Етап 1. Епоха ручних знарядь праці (Доіндустріальний період)

Протягом десятків тисяч років людина використовувала прості знаряддя (сокира, молот, ручний різець, пила).

Філософська суть етапу: Людина виступала одночасно в двох ролях. Вона була і **джерелом енергії** (сила м'язів), і **системою керування** (очі і мозок спрямовували рух інструмента). Знаряддя праці було повністю пасивним, воно лише посилювало фізичну дію, але не могло працювати без безперервного м'язового контакту. Ефективність такої праці обмежувалася біологічними межами людського тіла (швидка втома, низька потужність).

Етап 2. Епоха класичних машин (Перша промислова революція, XVIII–XIX ст.)

Винайдення парової машини (Дж. Ватт) та створення універсального токарно-гвинторізного верстата з супортом (Генрі Модслі наприкінці XVIII ст.) здійснило глобальний переворот.

Видатний економіст і філософ Карл Маркс дав геніальне визначення класичної машини, яке не втратило актуальності і сьогодні. За Марксом, розвинена машина складається з трьох обов'язкових частин:

1. **Двигун (Мотор):** джерело небіологічної енергії (парова машина, згодом електродвигун).
2. **Передавальний механізм (Трансмісія):** коробка швидкостей, ремінні та зубчасті передачі, які передають крутний момент і змінюють швидкість.
3. **Робоча машина (Виконавчий механізм):** шпиндель, супорт з різцем. Це та частина, яка безпосередньо діє на предмет праці (заготовку).

Філософська суть етапу: Відбулося перше велике звільнення людини. **Машина забрала на себе енергетичну функцію.** Людині більше не потрібно було крутити педалі або маховик силою своїх м'язів — це робив паровий котел. Проте за людиною все ще залишалася **керуюча функція**. Слюсар-токар стояв біля верстата і двома руками безперервно крутив лімби поздовжньої та поперечної подачі, зчитуючи креслення і переносючи розміри на метал. Людина залишалася "живим процесором" машини. Її мозок розраховував траєкторію в режимі реального часу.

Етап 3. Епоха автоматизації та ранніх автоматів (Друга промислова революція, к. XIX – сер. XX ст.)

Щоб підвищити масовість виробництва (для автомобільної індустрії, зброї), інженери зрозуміли, що реакція людини-оператора занадто повільна. Були створені **автомати** і **напівавтомати** (наприклад, токарно-револьверні автомати, кулачкові верстати, копіювальні фрезери).

Філософська суть етапу: Машина вперше почала частково забирати **керуючу функцію**. У верстат вбудовували складні механічні кулачки або металеві копії (шаблони). Верстат механічно "обмацував" шаблон і автоматично виточував тисячі однакових деталей.

Але це була жорстка, *апаратна автоматизація*. Щоб переналаштувати такий верстат на випуск іншої деталі (наприклад, іншого гвинта), наладчик мав зупинити верстат на два дні, розібрати його, виточити нові металеві кулачки, розрахувати складну гітару зубчастих коліс і зібрати все наново. Ця система була ідеальною для масового виробництва, але абсолютно негнучкою і безпорадною при дрібносерійному.

Етап 4. Епоха кібернетики та систем ЧПК (Третя та Четверта промислові революції, сер. XX ст. — дотепер)

Справжній гносеологічний та онтологічний злам у машинобудуванні відбувся в 1949-1952 роках, коли Джон Парсонс спільно з Массачусетським технологічним інститутом (MIT) створив перший у світі фрезерний верстат, керований перфострічкою з математичними кодами. Це було народження **Числового Програмного Керування (ЧПК, англ. CNC — Computer Numerical Control)**.

Виникла гостра оборонна потреба: реактивна авіація та вертольотобудування вимагали лопатей із надскладною криволінійною (аеродинамічною) геометрією. Людина фізично не могла виточити таку поверхню за допомогою ручних маховиків, а виготовлення металевих копіїв для кожного міліметра профілю було математично неможливим і економічно абсурдним. Інженери усвідомили: керувати інструментом повинна не рука і не металевий кулачок, а **чиста математична логіка, оцифрована в координатах X, Y, Z.**

Філософська суть етапу: До трьох елементів машини Маркса додався четвертий, найголовніший елемент сучасності — **інформаційно-керуюча мікропроцесорна система**. Машина повністю забрала в людини функцію **безперервного контролю та регулювання** процесу в реальному часі. Виникла концепція **гнучкого автоматизованого виробництва**. Щоб виточити принципово нову деталь, вам більше не треба перебирати шестерні та кулачки верстата (мінати його "залізо"). Вам потрібно лише змінити текст програми (G-коду) у стійці ЧПК, не торкаючись гайкового ключа! Це грандіозна перемога піфагорійського ідеалізму над грубою матерією — *програма (ідеальне) повністю визначає поведінку машини (матеріального)*.

4. Філософський вимір сучасного ЧПК та Індустрії 4.0: Віртуальне і Реальне

Коли ви, як майбутні техніки-механіки, сідаєте за комп'ютер, відкриваєте SolidWorks або Mastercam (реалізуючи компетентність РН4 — використання CAE/CAM систем), ви потрапляєте в принципово нову для історії людства філософську реальність. Ви працюєте на межі віртуального і реального світів. Розглянемо найважливіші філософські аспекти сучасної роботи з ЧПК.

4.1. Розрив між Суб'єктом праці (інженером) і Предметом праці (металом)

У доіндустріальну і навіть індустріальну епоху токар відчував метал кінчиками пальців через вібрацію маховика. Він використовував своє "чуттєве пізнання" (згадайте лекцію з гносеології).

У системі ЧПК між людиною і стружкою виростає непробивне скло робочої зони та екран монітора. Ви більше не доторкаєтеся до металу під час обробки. Ви керуєте ним опосередковано — через код.

Праця механіка остаточно інтелектуалізується. Ви оперуєте не фізичними зусиллями, а масивами даних (швидкість різання V_c , подача на зуб F_z , координати векторів). Якщо виникне помилка, ви не відчуєте її руками — ви побачите "Аварію" на екрані, коли фреза вартістю тисячу євро вже розлетиться від зіткнення зі шпинделем на швидкості 15 000 об/хв. Це вимагає від вас колосального розвитку абстрактного, просторового та алгоритмічного мислення (ЗКЗ). Ваша помилка в одному знаку "мінус" замість "плюса" в G-коді (G01 X-50 замість X50) призводить до фізичного руйнування матеріального світу. Це найвищий рівень відповідальності інтелекту.

4.2. Концепція Цифрового Двійника (Digital Twin)

Індустрія 4.0 створює філософський феномен, відомий як "Цифровий двійник".

Сьогодні, перед тим як написати код для реального 5-осьового верстата, ви створюєте його точну 3D-кінематичну модель у комп'ютері і "проганяєте" віртуальну обробку віртуальної деталі (так звана верифікація керуючої програми, наприклад у Vericut).

Ви спостерігаєте за тим, як піксельна фреза знімає піксельний метал. Якщо комп'ютер фіксує зіткнення, ви виправляєте код у безпечному, віртуальному світі. І лише коли ідеальна (віртуальна) обробка проходить бездоганно, ви натискаєте Cycle Start на реальному верстаті. З точки зору онтології, це означає, що **ідеальне буття (симуляція) передує матеріальному буттю (реальному виробу) і жорстко детермінує (визначає) його**. Віртуальна реальність стала повноцінним, обов'язковим полігоном для перевірки інженерних ідей перед їх матеріалізацією.

4.3. Зворотний зв'язок: машина, що пізнає себе

Чому верстат з ЧПК здатен виточувати деталі з мікронною точністю (0,001 мм)? Тому що в нього вбудована гносеологічна (пізнавальна) функція — система зворотного зв'язку (Feedback Loop) із замкненим контуром.

Стійка ЧПК (мозок) посилає команду на сервопривід (м'язи) перемістити стіл на 10 мм. Якби на цьому все закінчувалося, точність була б неможливою через люфти, тертя і знос ШВП (кульково-гвинтової передачі). Але на осі стоять оптичні лінійки (енкодери) — органи чуттів машини. Вони вимірюють фактичне переміщення з точністю до мікрона і відправляють сигнал назад у ЧПК. Мозок комп'ютера щомілісекунди порівнює "те, що задано програмою" (ідеал) з "тим, що є насправді" (матеріальна дійсність). Якщо є різниця (помилка), ЧПК миттєво генерує коригуючий сигнал на сервомотор.

Філософськи це означає, що сучасний верстат наділений здатністю до найпростішої машинної рефлексії. Він здатен безперервно пізнавати власний стан і коригувати свою поведінку для досягнення істини (точного розміру). Ви, як налазники, повинні досконало розуміти цю архітектуру для успішної діагностики параметрів надійності (СК10, СК2).

Висновки до Лекції 7

Феномен техніки — це не просто сукупність "заліза" і мікросхем. Це об'єктивований, матеріалізований людський Розум, гігантський екзоскелет цивілізації, який безперервно еволюціонує.

Історія розвитку механіки від кам'яної сокири до обробних центрів з ЧПК демонструє нам чіткий вектор: звільнення людини. Машина послідовно забрала на себе функцію м'язової енергії, функцію фізичного маніпулювання різцем, а в епоху ЧПК — функцію рутинного обчислення і мілісекундного контролю координат.

Але це не означає, що людина стала зайвою. Навпаки, роль інженера-механіка стала центральною, деміургічною (творчою). Ваша праця перемістилася з фізичної площини в площину високого абстрактного мислення, моделювання та програмування. Стоячи за консоллю сучасного верстата, ви працюєте з чистим інформаційним кодом, який здатен з математичною точністю підкорювати найтвердіші матеріали природи. Розуміння цієї філософської, еволюційної перспективи вимагає від вас постійного інтелектуального розвитку, інноваційного підходу (ЗК6) та усвідомлення того, що ви є продовжувачами великої місії — створення "Другої природи", комфортної, безпечної та технологічно досконалої.

ЛЕКЦІЯ 8. Взаємозв'язок науки і техніки. НТР та її наслідки. Специфіка технічного знання в прикладній механіці.

Вступне слово: Чому інженер — це більше, ніж фізик, але не менше, ніж науковець?

Шановні здобувачі фахової передвищої освіти! На попередніх лекціях ми з вами докладно проаналізували феномен техніки, історію її розвитку та вплив на формування людської цивілізації. Ми з'ясували, що техніка — це матеріалізований людський розум, створений для підкорення природи і полегшення нашого буття. Проте сьогодні перед нами постає нове, не менш масштабне і надзвичайно глибоке філософське питання, яке стосується самої серцевини вашої майбутньої професії: **як саме людський розум генерує ідеї для створення нових машин? Яким є співвідношення між чистою, фундаментальною наукою та інженерною практикою (технікою)?**

У повсякденній, буденній свідомості поняття «наука» і «техніка» часто зливаються в єдиний, нерозривний моноліт — «науково-технічний прогрес». Нам здається, що так було завжди. Але з точки зору філософії, епістемології (теорії пізнання) та історії цивілізації — це два абсолютно різні види людської діяльності, які мають різні цілі, різні методи та різну внутрішню логіку. Вони розвивалися паралельно, часто ігноруючи одне одного, і лише в останні два століття злилися в єдину грандіозну систему — **технонауку**.

Для вас, як для майбутніх фахівців з прикладної механіки, розуміння специфіки технічного знання має пряме практичне значення. Відповідно до вашого державного освітнього стандарту, ви повинні вміти застосовувати для розв'язання задач прикладної механіки як математичні та наукові методи (РН1, СК1), так і суто прикладні, нормативні технологічні алгоритми (РН6, СК12). Тобто, у своїй свідомості ви повинні щодня здійснювати блискавичний перехід від фундаментальних законів фізики до конкретних режимів обертання шпинделя верстата з ЧПК. Як відбувається цей перехід? Чому знати фізику суцільних середовищ — це ще не означає вміти виточити якісний вал? Чим мислення вченого-фізика відрізняється від мислення інженера-конструктора? І до яких глобальних наслідків призводить сучасна науково-технічна революція (НТР), агентами якої ви є? Відповідям на ці гострі питання і присвячена наша сьогоднішня велика лекція.

1. Історична еволюція взаємозв'язку науки і техніки

Щоб зрозуміти сучасний стан речей (Індустрію 4.0), ми повинні озирнутися на філософію історії. Взаємовідносини між наукою (прагненням до істини) і технікою (прагненням до користі) пройшли три великі історичні етапи.

1.1. Етап відчуженості: Античність і Середньовіччя

Сьогодні нам важко в це повірити, але протягом тисячоліть наука і техніка розвивалися абсолютно незалежно одна від одної. Більше того, між ними існувала глибока соціальна та філософська прірва.

В античній Греції наука (філософія, математика, астрономія) називалася *episteme* (істинне знання) і вважалася благородним заняттям вільних громадян, аристократів духу (таких як Платон чи Піфагор). Мета науки полягала виключно у спогляданні істини, у розумінні гармонії Космосу заради самого розуміння. Застосовувати математику для полегшення фізичної праці вважалося принизливим.

З іншого боку існувала техніка — *techne* (ремесло). Нею займалися раби, простолюдини, ремісники, ковалі та будівельники. Вони створювали дивовижні речі: акведуки, катапульти, млини, кораблі, але **робили це суто емпірично (методом спроб і помилок)**. Ремісник передавав учневі секрет гартування сталі ("нагрівай до кольору вишні і опускай у воду"), але не розумів хімічної чи фізичної суті фазових перетворень аустеніту в мартенсит. Наука жила у світі ідей, техніка — у бруді майстерень. Вони не перетиналися. (Винятком був лише Архімед, про якого ми говорили на першій лекції, але його підхід став панівним лише через дві тисячі років).

1.2. Етап зближення: Наукова революція XVII ст. та Промисловий переворот

Злам відбувся в епоху Відродження та Нового часу. Галілео Галілей, Ісаак Ньютон, Френсіс Бекон здійснили світоглядну революцію. Френсіс Бекон проголосив знамените гасло: «**Знання — сила**» (**Knowledge is power**). Він філософськи обґрунтував, що наука не повинна бути просто гімнастикою для розуму, її головна мета — дати людині владу над природою, покращити її матеріальне життя через створення нових механізмів.

Почалося зближення:

1. **Техніка почала стимулювати науку.** Яскравий приклад: термодинаміка. Спочатку Джеймс Ватт на основі інженерної інтуїції та ремісничого досвіду створив ефективну парову машину, яка запустила Промислову революцію. І лише через десятиліття вчений Саді Карно, досліджуючи цю вже існуючу машину, відкрив фундаментальні закони термодинаміки (ідеальний цикл Карно). **Спочатку машина — потім наука про неї.**
2. **Наука дала техніці метод.** Наука навчила інженерів користуватися строгим математичним апаратом та систематичним експериментом, витісняючи метод "сліпих спроб".

1.3. Етап злиття: Сучасність (Технонаука)

У XX і XXI століттях вектор кардинально змінився. Сьогодні **наука випереджає техніку і стає безпосередньою продуктивною силою.**

Жоден сучасний технологічний прорив неможливий на основі лише ремісничої інтуїції. Неможливо випадково, "на око" винайти ядерний реактор, лазер, мікропроцесор, вуглецеві нанотрубки або систему ЧПК. Усі ці речі спочатку були відкриті «на папері», у вигляді складних математичних і квантових рівнянь у лабораторіях фізиків-теоретиків, і лише потім, через колосальні інженерні зусилля, втілилися в матеріальному світі.

Сьогодні наука і техніка утворили єдиний гібрид — **технонауку**. Фундаментальні дослідження миттєво комерціалізуються, а створення нових наукових приладів (наприклад, Великого адронного колайдера) вимагає найвищого рівня інженерної механіки, матеріалознавства та точності обробки деталей. Наука живить техніку ідеями, а техніка дає науці надточні інструменти для нових відкриттів.

2. Специфіка технічного знання в прикладній механіці (Епістемологія інженерії)

Зупинимося на ключовому питанні: чим мислення і знання інженера-механіка відрізняється від мислення вченого-фізика? Це фундаментальна епістемологічна проблема (проблема теорії пізнання).

2.1. Дескриптивність науки проти Нормативності техніки

- **Природнича наука (фізика, хімія, астрономія) є дескриптивною** (описовою). Її мета — відповісти на запитання: «*Як влаштований світ? Якими є об'єктивні закони природи?*». Наука прагне до абсолютної істини, незалежної від людини. Фізика

відкриває закон Гука ($\sigma = E \cdot \epsilon$) або закони Ньютона, просто констатуєчи факт: матерія поводитьсь саме так.

- **Технічне знання (прикладна механіка) є нормативним та прескриптивним (приписовим).** Її мета — відповісти на запитання: «Як зробити те, чого ще не існує? Як перетворити світ, щоб він задовольняв наші потреби?». Інженера цікавить не стільки "чиста істина", скільки **користь, ефективність і надійність**. Інженерне знання — це не просто опис світу, це набір суворих правил, норм, інструкцій та алгоритмів дії.

Коли ви відкриваєте довідник технолога-машинобудівника або таблиці допусків і посадок (ISO), ви бачите не природні закони (допусків у природі не існує), ви бачите **нормативне технічне знання**. Це концентрований, математизований досвід цивілізації, який наказує вам: «Якщо ти хочеш, щоб вал вільно обертався в підшипнику ковзання, ти *повинен* забезпечити зазор і обробити деталь з шорсткістю Ra 0.8». Технічне знання диктує правила гри для матеріального світу.

2.2. Структура технічного знання

Для реалізації фахових компетентностей (від розрахунку кінематики до вибору матеріалу) інженер оперує трирівневою системою знань:

1. **Фундаментально-науковий рівень (база).** Це вища математика, загальна фізика, теоретична механіка. (Спеціальна компетентність СК1 — здатність застосовувати фундаментальні знання). Це абстрактний рівень ідеальних тіл (матеріальна точка, ідеальний газ, абсолютно тверде тіло).
2. **Загальнотехнічний рівень (ядро професії).** Це дисципліни, які адаптують чисту науку до потреб інженерії: *Опір матеріалів, Теорія машин і механізмів (ТММ), Матеріалознавство, Деталі машин, Гідравліка*. Тут ідеальні тіла стають реальними, такими, що деформуються, ламаються, нагріваються і труться. Саме тут формується здатність оцінювати параметри працездатності (СК2).
3. **Спеціально-прикладний (технологічний) рівень.** Це максимально конкретизовані знання, спрямовані на виробництво: *Теорія різання, Технологія машинобудування, Програмування верстатів з ЧПК (РН6), САПР (РН4), Метрологія*. Це знання про те, яким різцем (геометрія кутів), з якою швидкістю подачі, за якою траєкторією і з застосуванням якої МОР (змащувально-охолоджувальної рідини) потрібно зняти припуск із заготовки.

2.3. Феномен інженерного компромісу та евристика

Науковець шукає єдину правильну відповідь. Інженер майже завжди має справу з безліччю можливих рішень і стикається з філософською проблемою вибору — **інженерним компромісом (Engineering Trade-off)**.

Створюючи нову машину, ви обмежені суперечливими вимогами: деталь має бути максимально міцною, але водночас максимально легкою; вона повинна мати найвищу точність, але бути максимально дешевою і технологічною у виробництві; процес має бути швидким, але екологічно безпечним (ЗК10). Абсолютного ідеалу не існує. Інженерне мислення — це мистецтво знаходити оптимальний баланс (оптимізацію) між цими факторами за допомогою математичного апарату.

Більше того, світ настільки складний, що розрахувати поведінку механізму з абсолютною науковою точністю часто неможливо (або розрахунок займе роки роботи суперкомп'ютера). Тому в технічному знанні величезну роль відіграє **евристика** — сукупність емпіричних правил, наближень та коефіцієнтів, виведених із практичного досвіду.

Найкращий приклад евристики в прикладній механіці — це **коефіцієнт запасу міцності**. Наука Опір матеріалів може вирахувати, що балка зламається при навантаженні 1000 Н. Але інженер, розуміючи, що метал може мати приховані раковини, а вібрація може бути непередбачуваною, застосовує технічну евристику і множить результат на коефіцієнт запасу (наприклад, $\beta_n=2\$$ або $\beta_n=3\$$). Він робить деталь товщою не через точний математичний доказ, а через усвідомлення соціальної відповідальності (ЗК2) і розуміння меж наукового пізнання.

3. Науково-технічна революція (НТР): сутність та еволюція

Розуміння взаємозв'язку науки і техніки було б неповним без осмислення глобального феномену НТР.

Протягом історії техніка розвивалася еволюційно: токарний верстат XVIII століття і токарний верстат середини XX століття — це, по суті, одна і та сама кінематична схема, просто вдосконалена, жорсткіша і потужніша.

Але в середині XX століття еволюційний розвиток змінився революційним.

Науково-технічна революція (НТР) — це докорінна, якісна трансформація продуктивних сил суспільства, що відбувається на основі перетворення науки на провідний фактор розвитку виробництва і кардинальної зміни місця людини в системі виробничих відносин.

НТР — це не просто винайдення нового, кращого різця чи більш потужного мотора. НТР — це зміна *самого принципу* роботи з матерією та інформацією. В історії сучасної цивілізації виділяють кілька хвиль цієї революції, які безпосередньо формували обличчя сучасного машинобудування.

3.1. Третя промислова революція (Перший етап НТР: кінець 1940-х – 1970-ті рр.)

Її фундаментом стали відкриття в галузі квантової механіки, кібернетики та мікроелектроніки.

Що це означало для прикладної механіки?

- З'явилися перші електронно-обчислювальні машини (ЕОМ), які дозволили інженерам відмовитися від логарифмічних лінійок і почати виконувати складні кінематичні і міцнісні розрахунки в тисячі разів швидше.
- Як ми зазначали в попередній лекції, виникли перші системи **ЧПК (NC - Numerical Control)** на перфострічках. Машина вперше навчилася "читати" інформацію і перетворювати математичний код на рух інструмента без прямої м'язової участі людини в процесі обробки.
- Було винайдено лазери та нові види обробки матеріалів (електрофізична, електрохімічна обробка), які дозволили знімати стружку і різати надтверді сплави не механічним тертям, а енергією плазми чи світла. Відбувся відхід від класичної (ньютонівської) механіки різання клином (різцем).

3.2. Інформаційна революція (Другий етап НТР: 1980-ті – 2000-ні рр.)

Це епоха масової комп'ютеризації, появи мікропроцесорів і глобальних мереж (Інтернет).

Для механіків це час абсолютного тріумфу **САПР (Систем автоматизованого проєктування — CAD/CAM/CAE)**. Креслярські дошки (кульмани), за якими інженери стояли десятиліттями, були викинуті на смітник історії. Увесь процес — від ідеї до віртуального тестування на міцність і написання коду для верстата — перемістився у віртуальний інформаційний простір. Виникли інтегровані обробні центри (CNC), здатні виконувати токарні, фрезерні і розточувальні операції з однієї установки, керуючись мікропроцесорами. Швидкість оновлення продукції зросла в десятки разів. Інформація стала головним виробничим ресурсом.

3.3. Четверта промислова революція (Індустрія 4.0: сучасний етап)

Сьогодні ми переживаємо черговий, ще більш радикальний виток НТР. Концепція **Індустрії 4.0** була сформульована в Німеччині у 2011 році і зараз визначає розвиток усього машинобудування. Її філософська суть — **стирання меж між фізичними, цифровими та біологічними системами**.

Для вас, як для майбутніх операторів, технологів і наладчиків ЧПК, Індустрія 4.0 означає роботу з такими технологіями:

- **Інтернет речей у промисловості (ІоТ):** Верстати більше не стоять ізольовано. Кожен датчик вібрації, температури або навантаження на шпинделі підключений до цехової Wi-Fi мережі (або 5G). Верстати безперервно обмінюються даними між собою і з серверами, утворюючи **кіберфізичну систему**.
- **Big Data (Великі дані) та Штучний інтелект (ШІ):** Програма збирає терабайти даних з верстатів. ШІ аналізує їх і здійснює *предиктивне (передбачувальне) обслуговування*, сигналізуючи: "Судячи зі спектру вібрацій осі Z, підшипник розсиплеться через 47 годин роботи. Замовте деталь на складі сьогодні" (реалізація компетентностей PH5, SK2 на найвищому рівні).
- **Аддитивні технології (3D-друк металом):** Радикальна зміна філософії формоутворення. Традиційна обробка різанням — це *субтрактивна* технологія (ми беремо болванку і відсікаємо зайве, перетворюючи 60% дорогого металу на стружку). 3D-друк (наприклад, селективне лазерне спікання титанового порошку) — це *адитивна*

технологія (ми вирощуємо деталь шар за шаром, додаючи матеріал тільки там, де він потрібен за розрахунком напружень). Це дозволяє створювати біонічні деталі з внутрішніми порожнинами, які неможливо виточити на жодному фрезерному верстаті.

4. Наслідки НТР для суспільства та фахівця з механіки

НТР має колосальні, діалектично суперечливі наслідки. Вона є джерелом найбільшого процвітання людства і, водночас, найбільших його екзистенційних страхів.

4.1. Позитивні наслідки та зміна ролі інженера

- **Колосальне зростання продуктивності праці та якості:** Машини роблять продукцію дешевшою і доступнішою. Точність обробки, яку раніше могли забезпечити лише геніальні лекальники, тепер доступна на масовому конвеєрі завдяки замкненим системам зворотного зв'язку ЧПК з оптичними лініями.
- **Інтелектуалізація праці (кінець індустріального рабства):** Як ми обговорювали в темі про соціальну філософію, НТР звільняє людину з безпосереднього виробничого процесу. Ваша робота перестає бути "брудною". Інженер-технолог і оператор ЧПК стають працівниками розумової праці (Knowledge workers). Головним інструментом стає комп'ютерна миша, знання G-кодів та здатність до системного аналізу.
- **Безперервна освіта (Lifelong Learning):** В епоху раннього індустріалізму ремісник міг навчитися точити деталь у 18 років і працювати так до пенсії. Сьогодні технологічний цикл оновлюється кожні 3–5 років. Версії програмного забезпечення САПР, архітектура стійок ЧПК (Siemens, Heidenhain, Fanuc) і марки твердосплавного інструменту еволюціонують безперервно. Відповідно до компетентності **ЗК6 (Здатність генерувати нові ідеї та вчитися)**, сучасний інженер зобов'язаний навчатися все своє професійне життя. Якщо ви зупинитеся у розвитку на 2 роки — ви станете неконкурентоспроможним на ринку праці.

4.2. Негативні наслідки та філософські проблеми (Ризики)

Проте НТР породила цілий комплекс глобальних проблем, подолання яких вимагає від вас найвищої соціальної відповідальності (ЗК2, ЗК10).

1. **Екологічна криза.** Технонаука дала людству інструменти такої потужності, що вони почали руйнувати біосферу. Машинобудування є одним із найпотужніших споживачів енергії та забруднювачів води (відходи гальванічного виробництва, мастила, емульсії). Інженер майбутнього повинен сповідувати філософію *сталого розвитку* (Eco-design): проєктувати машини з низьким енергоспоживанням, використовувати біорозкладні змащувальні рідини і закладати в конструкцію можливість повної утилізації після закінчення терміну експлуатації.
2. **Техногенні катастрофи.** Чим складніша кіберфізична система, тим важче передбачити всі варіанти її відмов. Аварія на Чорнобильській АЕС, падіння літаків Boeing 737 MAX через помилки в алгоритмах керування (програмному забезпеченні) — це плата за складність техносфери. Роль інженера-механіка критично зростає: будь-яка ваша помилка в розрахунку допусків чи у виборі матеріалу (СК14) в епоху масового виробництва мультиплікується і може призвести до масштабних катастроф. Саме тому технічне знання завжди нерозривно пов'язане з етикою.
3. **Криза на ринку праці (Технологічне безробіття):** Штучний інтелект та роботизовані маніпулятори стрімко витісняють людей з рутинних професій. Якщо ваше вміння зводиться лише до натискання зеленої кнопки "Старт" на верстаті і завантаження заготовки — робот-рука зробить це краще, без перекурів і зарплати. Це виклик для вас. Щоб не стати жертвою НТР, ви повинні піднятися на рівень вище: ви повинні стати тим, хто *налаштовує, програмує, обслуговує і проєктує* цих роботів та верстати. Ви повинні оволодіти тими навичками, які неможливо автоматизувати: системним творчим мисленням (ЗК3), здатністю вирішувати нестандартні проблеми і працювати в міждисциплінарних командах (ЗК4).

Висновки до Лекції 8

Взаємовідносини науки і техніки здійснили грандіозну еволюцію: від повного ігнорування в античності до утворення єдиного потужного конгломерату — технонауки — у XXI столітті.

Сьогоднішня технічна наука (прикладна механіка) є унікальним типом пізнання. Вона спирається на об'єктивні, описові закони фундаментальної фізики і математики (дескриптивність), але на виході генерує жорсткі, нормативні технологічні алгоритми (прескриптивність). Механіку цікавить не просто істина про метал, його цікавить **інженерне рішення** — як швидко, надійно, безпечно і економічно вигідно перетворити цей метал на корисний механізм, часто спираючись на евристику і компроміси.

Науково-технічна революція радикально змінила сутність вашої майбутньої професії. Верстати з ЧПК, адитивні технології, кіберфізичні системи та Індустрія 4.0 назавжди знищили образ робітника у мазуті, озброєного лише напилком.

Ви є агентами інформаційної епохи. Ваш головний робочий інструмент — це потужний інтелект, здатність до абстрактного моделювання (CAD/CAM), глибоке розуміння процесів обробки і готовність до безперервного навчання. НТР дала людству небачені досі технологічні можливості, але саме на вас — на сучасних інженерах та технологах — лежить тягар філософської та соціальної відповідальності за те, щоб ця велетенська міць кіберфізичних систем використовувалася безпечно, екологічно і на благо людської цивілізації.

ЛЕКЦІЯ 9. Етика технічної діяльності інженера-механіка. Глобальні проблеми людства та екологічний імператив у промисловості.

Вступне слово: Чому інженерія ніколи не була морально нейтральною?

Шановні здобувачі фахової передвищої освіти! Наш курс філософії поступово наближається до свого логічного кульмінаційного моменту. Ми вивчили онтологію (будову світу), гносеологію (методи пізнання), філософію техніки та історію розвитку машин. Ми з'ясували, *що* таке світ і *як* інженер може його змінювати за допомогою точних розрахунків та верстатів з ЧПК. Але сьогодні перед нами постає найголовніше, найважче філософське питання — з царини **аксіології** (вчення про цінності) та **етики** (вчення про мораль).

Це питання звучить так: **«Чи маємо ми моральне право створювати те, що ми здатні створити технічно? І яку відповідальність несе інженер за наслідки своєї роботи?»**

У буденній свідомості (і на жаль, у свідомості багатьох технічних спеціалістів) існує небезпечна ілюзія — так званий міф про *ціннісну нейтральність техніки*. Мовляв, математика, опір матеріалів, G-коди та фрезерні верстати не мають совісті; вони не є ні добрими, ні злими. Злим чи добрим може бути лише політик чи військовий, який цю техніку використовує. А справа інженера-механіка маленька — отримати креслення, розрахувати режим різання, виточити деталь з мікронною точністю і отримати зарплату.

Але філософія та трагічна історія техногенних катастроф XX та XXI століть безжально руйнують цю ілюзію. Ваша професія безпосередньо впливає на життя, здоров'я та добробут тисяч людей, а також на стан усієї планети. Неправильно розрахований коефіцієнт запасу міцності опорного підшипника, недбало обрана марка сталі, зекономлена копійка на системі аварійного блокування верстата — все це перетворюється на людську кров, відірвані кінцівки операторів, екологічні катастрофи та економічний колапс.

Саме тому ваш освітній стандарт містить фундаментальні загальні компетентності: **ЗК2 (Здатність діяти соціально відповідально та свідомо)** та **ЗК10 (Здатність до забезпечення безпечних умов життєдіяльності та охорони праці)**. Без засвоєння етичних норм інженер перетворюється на небезпечного для суспільства технократичного варвара, озброєного надпотужними комп'ютерними технологіями.

Сьогодні ми поговоримо про професійну інженерну етику, моральні дилеми конструктора та технолога, а також про те, як прикладна механіка має відповісти на виклик глобальних проблем сучасності через екологічний імператив.

1. Етика технічної діяльності: від ремісничої солідарності до соціальної відповідальності

Етика (від давньогрец. *ethos* — звичай, характер) — це філософська дисципліна, яка вивчає мораль, норми поведінки, поняття добра і зла, обов'язку, справедливості та відповідальності.

Професійна інженерна етика — це система моральних принципів, норм і правил, які регулюють поведінку інженера в його професійній діяльності, його ставлення до своєї праці, до колег, до суспільства та до природи.

1.1. Еволюція інженерної етики

Історично інженерна етика пройшла кілька етапів розвитку, які відображають зростання впливу техніки на суспільство:

1. **Етап ремісничої (корпоративної) етики (Античність – Середньовіччя).** Головними моральними принципами були таємниця гільдії (не розголошувати секрети виплавки металу чужинцям) та чесність перед замовником. Відповідальність була локальною: якщо коваль викував поганий меч, він ризикував лише власним життям або репутацією в межах свого міста.

2. **Етап лояльності до корпорації (Епоха індустріалізації, ХІХ – перша половина ХХ ст.).** Інженери стали найманими працівниками на гігантських заводах Форда чи Круппа. Головним етичним правилом стала беззаперечна *лояльність до роботодавця (менеджменту)*. Вважалося, що інженер має просто ефективно виконувати накази керівництва, збільшувати прибуток компанії, а моральні наслідки його не обходять. Ця парадигма призвела до створення найстрашніших видів зброї масового знищення та бездумного отруєння природи відходами металургії.

3. **Етап соціальної та глобальної відповідальності (з середини ХХ ст. дотепер).** Після жахів світових війн, застосування ядерної зброї та екологічних катастроф світове співтовариство зрозуміло: сліпа лояльність інженера до корпорації є злочинною. Сучасна філософія техніки стверджує: **найвищим обов'язком інженера є його обов'язок перед суспільством і людством у цілому, а не перед начальником чи інвестором.** Якщо вимоги керівництва заводу суперечать безпеці людей або загрожують екології — етичний обов'язок інженера полягає в тому, щоб сказати жорстке "Ні".

1.2. Проблема подвійного призначення технологій

Однією з найгостріших етичних проблем у прикладній механіці є проблема *Dual-use* (технологій подвійного призначення). Будь-який механізм можна використати для творення життя або для його знищення. Створюючи високоточний 5-координатний фрезерний верстат, ви розробляєте машину, яка може з мікронною точністю виточити титановий імплантат хребта, який поставить паралізовану людину на ноги. Але цей же самий верстат, за допомогою тих самих G-кодів, може виточити корпус крилатої ракети, яка вб'є сотні мирних жителів. Філософське питання: чи несе розробник верстата моральну відповідальність за ракету? У сучасному світі вважається, що розробник фундаментальних технологій не може нести пряму кримінальну відповідальність за їх застосування злочинцями (як винахідник ножа не сидить у тюрмі за дії вбивці). Проте інженер *зобов'язаний* передбачати потенційні загрози, брати участь у розробці систем експортного контролю та публічно застерігати суспільство від небезпечного використання технологій.

2. Моральні дилеми та Кодекс честі сучасного механіка

Сьогодні інженерні товариства в усьому світі (наприклад, ASME — Американське товариство інженерів-механіків, IEEE) мають суворі **Кодекси інженерної етики**. Для фахівця рівня "фаховий молодший бакалавр" з прикладної механіки ці високі принципи проєктуються на щоденну рутину в цеху чи в конструкторському бюро.

Розглянемо найпоширеніші моральні дилеми та принципи їх вирішення.

2.1. Пріоритет безпеки життя над економічною вигодою

Це фундаментальний камінь інженерної етики (реалізація ЗК10 та ЗК2). У реальному житті на виробництві ви постійно будете перебувати під жорстким тиском економіки. Менеджер, фінансовий директор або власник заводу вимагатимуть від вас "здешевити виробництво", "прискорити випуск", "скоротити витрати".

Етична дилема: Ви проєктуєте силовий вал для підйомного крана (або пишете техпроцес його виготовлення). Розрахунки (СК2) показують, що потрібна дорога легована сталь (40ХНМА) із тривалою та дорогою термообробкою. Менеджер наказує вам замінити матеріал на дешеву сталь (Ст3) і відмовитися від загартування, щоб виграти тендер за найнижчою ціною. Він каже: "Гарантійний термін воно витримає, а далі — проблеми клієнта". **Етичне рішення:** Справжній інженер **не має права** ставити свій підпис під таким рішенням. Дешевий вал лусне через втому металу, кран впаде і вб'є робітників. Якщо ви свідомо порушуєте вимоги науки (СК1) щодо міцності матеріалів на догоду прибутку — ви не просто поганий фахівець, ви потенційний вбивця. Інженер повинен мати мужність відстояти свої розрахунки, спираючись на державні стандарти (ДСТУ) та інженерну совість, навіть під загрозою звільнення.

2.2. Етика якості та проблема "Запланованого старіння" (Planned Obsolescence)

Сучасний глобальний капіталізм породив потворне явище — заплановане старіння. Це свідоме закладання конструкторами та технологіями в механізм обмеженого ресурсу роботи, щоб річ (автомобіль, пральна машина, побутовий інструмент) зламалася одразу після закінчення гарантії, змушуючи споживача купувати нову. Для цього інженери змушені йти на професійний злочин:

- використовувати крихкий пластик у зубчастих передачах замість латуні;
- робити вузли нерозбірними (зварними), щоб було неможливо замінити один копійчаний підшипник (вимагаючи заміни всього модуля);
- закладати в розрахунки на витривалість (СК10) штучно занижений ресурс кількості циклів.

З філософської точки зору, робота над "запланованим старінням" є глибоко аморальною. По-перше, це шахрайство щодо споживача. По-друге (і це найстрашніше), це злочин проти природи, оскільки стимулює безглузде перевиробництво, виснаження ресурсів і перетворення планети на звалище металобрухту та пластику. Етичний імператив вимагає від вас проєктувати довговічні, ремонтпридатні (РН5) механізми, які служать людям максимально довго.

2.3. Чесність у використанні даних і розрахунках

Інженерна етика забороняє фальсифікацію даних випробувань. В епоху Індустрії 4.0, коли ви працюєте з САПР (системами автоматизованого проєктування) та CAE-системами симуляції напружень (РН4), виникає спокуса «підігнати» результати віртуального експерименту під бажаний результат. Якщо ваша комп'ютерна модель показує, що коефіцієнт запасу міцності нижчий за норму в "червоній зоні", ви не маєте права змінювати налаштування сітки скінченних елементів так, щоб "заховати" цю напругу від контролюючого органу. Ваші віртуальні моделі завжди мають об'єктивно відображати фізичну реальність.

2.4. Принцип інженерної компетентності (Відповідальність за своє незнання)

Моральний кодекс інженера стверджує: **братися за роботу, яка виходить за межі твоєї професійної компетентності — це аморально.** Якщо ви, як фахівець з механічної обробки, не маєте глибоких знань з розрахунку складних гідравлічних систем, а вам доручають спроектувати гідропривід надвисокого тиску для преса, ви зобов'язані відмовитися або залучити профільного експерта. Самогубна самовпевненість ("якось зліплю, скачаю креслення з інтернету") в інженерії призводить до аварій. Звідси впливає ще один етичний обов'язок — **безперервне навчання** (ЗК6). Наука і технології ЧПК розвиваються блискавично. Якщо ви припинили читати професійну літературу і вивчати нові стандарти, ви стаєте професійно небезпечним.

2.5. Whistleblowing (Інформування суспільства / "Повідомлення про порушення")

Це один із найважчих етичних кроків інженера. Якщо керівництво компанії, попри всі ваші доповідні записки, свідомо випускає на ринок браковану, небезпечну техніку (або зливає токсичну МОР у річку), інженер зобов'язаний виступити в ролі "whistleblower" (того, хто б'є на сполох). Знаменитий історичний приклад — катастрофа космічного шатла "Челленджер" у 1986 році (загинуло 7 астронавтів). Інженери-механіки компанії Thiokol (зокрема Роджер Бойсджолі) розрахували, що гумові ущільнювальні кільця твердопаливного прискорювача втратять еластичність при низькій температурі під час старту. Вони благали керівництво NASA скасувати запуск. Але менеджери, керуючись політичними мотивами і графіком, знехтували думкою інженерів. Катастрофа сталася саме через ті кільця. Етичний урок "Челленджера": якщо розрахунки законів фізики (СК1) кричать про небезпеку, інженер повинен зупинити виробництво будь-якою ціною, навіть звертаючись до преси чи уряду.

3. Глобальні проблеми людства в XXI столітті

Чому ми взагалі так гостро порушуємо питання етики? Тому що помилки локального інженера сьогодні мультиплікуються до планетарних масштабів. У другій половині XX століття філософія та наука (зокрема, впливовий "Римський клуб") зафіксували виникнення глобальних проблем людства.

Глобальні проблеми — це сукупність гострих, життєво важливих проблем, від вирішення яких залежить подальше існування самої людської цивілізації, і які можуть бути вирішені лише спільними зусиллями всіх країн світу.

До головних глобальних проблем сьогодні відносять:

1. **Проблема війни і миру (загроза термоядерного знищення):** як ми обговорювали в Лекції 6, техніка дала можливість знищити біосферу за кілька годин.
2. **Екологічна криза:** критичне забруднення повітря, ґрунтів і Світового океану, руйнування озонового шару, глобальна зміна клімату (парниковий ефект), зникнення тисяч видів рослин і тварин.
3. **Сировинна та енергетична проблеми:** виснаження невідновлюваних корисних копалин (нафти, газу, якісних залізних та кольорових руд). Людство споживає більше металу, ніж геологія Землі може запропонувати в легкодоступних формах.
4. **Демографічна і продовольча проблеми:** неконтрольоване зростання населення в бідних країнах, нестача чистої питної води та їжі.
5. **Антропологічна криза:** втрата людиною своїх сутнісних рис під тиском інформаційних технологій, штучного інтелекту та віртуалізації життя (порушення біосоціальної природи людини).

У чому полягає філософський парадокс? Абсолютна більшість цих глобальних проблем (особливо екологічна та енергетична) були безпосередньо породжені **техногенною цивілізацією**, тобто масовим розвитком машинобудування, теплоенергетики, хімічної обробки металів і логістики. Інженери, створюючи комфорт для людини, зруйнували гомеостаз (рівновагу) планети.

Впливовий український і світовий філософ та природознавець **Володимир Вернадський** ще у першій половині XX століття розробив концепцію **Ноосфери** (сфери розуму). Він стверджував, що людська діяльність, озброєна наукою і технікою, стала новою геологічною силою, за масштабністю порівнянною з рухом тектонічних плит чи вулканізмом. Заводи і кар'єри переміщують більше ґрунту і мінералів, ніж річки і вітер. Вернадський попереджав: оскільки людина отримала таку колосальну силу над біосферою, вона повинна керувати нею на основі Вищого Розуму, моралі та наукового передбачення, інакше вона знищить сама себе. Ноосфера немислима без етики.

4. Екологічний імператив у сучасній промисловості (Sustainable Development)

Оскільки інженерна діяльність довела планету до межі катастрофи, саме інженерна думка повинна її врятувати. Сучасна філософія навколишнього середовища проголошує **Екологічний імператив** — безумовну, категоричну вимогу узгоджувати будь-яку технічну, економічну чи політичну діяльність із законами збереження біосфери.

У прикладній механіці екологічний імператив сьогодні реалізується через глобальну світову концепцію **Сталого розвитку (Sustainable Development)** та філософію **Циркулярної економіки (Circular Economy)**. Що це означає для вас на практиці, як для технологів і конструкторів машин?

4.1. Перехід від лінійної до циркулярної (економіки замкненого циклу)

Традиційна індустріальна економіка XX століття була *лінійною*: **"Видобув руду — Виточив деталь — Користувався — Викинув на звалище"**. Цей шлях веде в безвихідь, оскільки планета замкнена. Екологічний імператив вимагає від вас мислити категоріями *замкненого життєвого циклу (Product Life-cycle Management - PLM)*. Сучасний конструктор (реалізуючи компетентність 3K2 та здатність працювати в САПР - PH4) повинен проєктувати виріб із врахуванням принципу **Design for Disassembly (Проектування для розбирання)**. Це означає, що коли термін служби редуктора чи автомобільного двигуна закінчиться, він не повинен стати купою токсичного брухту. Він повинен легко розбиратися на базові матеріали: алюміній — в одну переплавку, мідні дроти — в іншу, сталеві шестерні — на переробку. Вміння обирати правильні конструкційні матеріали (СК14) сьогодні означає обирати такі матеріали, які піддаються 100% вторинній переробці без втрати якості (рециклінгу).

4.2. Екологія процесу різання (Green Machining)

Ваша безпосередня фахова сфера — обробка металів різанням на верстатах з ЧПК. Це один із найбрудніших процесів у машинобудуванні. Що робить свідомий, моральний інженер для реалізації екологічного імперативу в цеху?

1. **Проблема МОР (змащувально-охолоджувальних рідин):** Під час фрезерування чи точіння легованих сталей виділяється колосальна кількість тепла (фізика процесу — СК1). Традиційно це тепло гасять потоком хімічної емульсії. Відпрацьована МОР є вкрай токсичною, забруднює воду і викликає рак шкіри в операторів (порушення ЗК10). *Екологічне інженерне рішення:* Сучасна етика вимагає переходу на технології **ML (Minimum Quantity Lubrication — змащування мінімальною кількістю)** або **обробку насухо (Dry Machining)**. Це вимагає від вас вищої кваліфікації: ви повинні вміти підбирати сучасні твердосплавні різці зі надтвердими зносостійкими покриттями (TiAlN), які здатні працювати при температурі 800°C без рідинного охолодження. Це складніше розрахувати, але це зберігає екологію цеху і планети.

2. **Оптимізація енергоспоживання (Енергоефективність):** Верстати з ЧПК споживають мегавати електроенергії (а це спалене вугілля і викиди CO₂). Програмуючи ЧПК (PH6), справжній майстер оптимізує траєкторію інструмента (мінімізує час «холостих ходів» G00, коли верстат працює, але метал не ріже), і застосовує високоефективні стратегії обробки (наприклад, трохоїдальне фрезерування). Чим менше хвилин працює верстат для виготовлення однієї деталі, тим менше кіловат електроенергії витрачено. Ваш інтелектуальний алгоритм (G-код) буквально зменшує вуглецевий слід підприємства!

3. **Мінімізація відходів (Перехід до Адитивних технологій):** Обробка різанням (субтрактивна) перетворює масу чистого, дорогого металу на стружку (відходи можуть становити 40-70% маси заготовки). Екологічний імператив підштовхує інженерію до зміни парадигми — до **3D-друку металами (адитивні технології)**. Технолог майбутнього не відсікає зайве, він пошарово вирощує (спікає лазером) деталь з металевого порошку. Коефіцієнт використання матеріалу (KBM) наближається до 99%. Безвідходне виробництво — це ідеальна екологічна гармонія техносфери з природою.

4. **Зменшення ваги конструкцій:** Використовуючи методи топологічної оптимізації в САЕ-системах, ви можете спроектувати несучу раму автомобіля чи літака на 30% легшою, зберігши ту саму міцність. Легша машина буде споживати значно менше палива протягом всього свого життєвого циклу (10-15 років). Робота вашого розуму (інженера-механіка) в офісі за комп'ютером економить тисячі тонн нафти і зберігає чисте повітря в мегаполісах.

Висновки до Лекції 9

Інженерія, механіка і програмування верстатів ніколи не були і ніколи не будуть справою суто технічною, відірваною від совісті. Будь-який механізм — це матеріалізоване втручання людини в структуру буття.

Філософія вчить нас:

1. **Інженерна діяльність є глибоко моральною за своєю природою.** Ваше креслення, ваш код для ЧПК, ваші розрахунки на міцність і ваш вибір матеріалу — це не просто цифри. Це акти, які мають прямі наслідки для життя, безпеки та добробуту інших людей. Етика вимагає від вас компетентності, чесності і безкомпромісного захисту людського життя, навіть під тиском менеджменту.

2. **Техніка не є нейтральною.** Проблема "запланованого старіння" та створення інструментів подвійного призначення покладають на інженера найвищу соціальну відповідальність (ЗК2). Ви не просто гвинтики в корпоративній машині, ви — інтелектуальна еліта, яка повинна стояти на сторожі гуманістичних цінностей.

3. **Глобальна екологічна криза** — це прямий наслідок бездумного індустріального минулого. Але вихід із неї неможливий шляхом повернення в печери. Порятунком планети, формування ноосфери Вернадського і перехід до сталого розвитку цілком лежить на плечах сучасної інженерії.

4. **Екологічний імператив у машинобудуванні** означає перехід до безвідходних (адитивних) технологій, екологічно чистих процесів обробки на ЧПК (без токсичних МОР), проєктування матеріалів, що підлягають 100% переробці, та мінімізації енергоспоживання.

Ваш фах — прикладна механіка — це не ремесло створення залізязк для отримання прибутку. Справжня філософська суть вашої професії — **це інтелектуальне конструювання безпечного, розумного і чистого середовища для безмежного розвитку людської цивілізації, у гармонії з законами Всесвіту та природи.** Наступного разу, коли ви станете за стійку ЧПК або відкриєте вікно САПР, пам'ятайте: на кінчиках ваших пальців — влада над матерією, а у вашому розумі — відповідальність за майбутнє людства.