



# ФІЗИКА ПРОЦЕСІВ РІЗАННЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131- Прикладна механіка
Освітня програма	Конструювання та дизайн машин
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	5 кредитів ЄКТС, 150 год., лекції – 36 год., практичні – 18 год., лабораторні – 18 год., СРС 78 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, МКР
Розклад занять	За розкладом на сайті університету. <a href="http://roz.kpi.ua">http://roz.kpi.ua</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н, проф. Майборода Віктор Станіславович, +380679244086, maiborodavs@gmail.com Практичні/Лабораторні: д.т.н, проф. Майборода Віктор Станіславович +380679244086, maiborodavs@gmail.com
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/NDU3NjI5NjI0Mjk3?cjc=5l1dy7o">https://classroom.google.com/c/NDU3NjI5NjI0Mjk3?cjc=5l1dy7o</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна "Фізика процесів різання" призначена для розширення знань слухачів про взаємозв'язок процесів руйнування, міцності і механічних властивостей твердих тіл, їх реальної кристалічної будови, впливом різних факторів на спроможність сучасних матеріалів піддаватися процесам різання, особливостями його спрямованого керування, що лежить в основі створення сучасних конструкційних деталей з підвищеними експлуатаційними характеристиками.

**Метою дисципліни** є вивчення фізичних явищ, які супроводжують процес різання, механіки руйнування при різанні, зміни механічних властивостей матеріалів та їх міцності в залежності від природи будови твердих тіл, дефектів кристалічної структури в процесі різання. Дисципліна передбачає вивчення дислокаційного підходу до аналізу процесів деформування і руйнування матеріалів при різанні, особливостей формування властивостей поверхневого шару деталей при обробленні різанням, застосуванні феноменологічного підходу до процесу різання, як процесу керуваного руйнування матеріалу.

**Предмет навчальної дисципліни.** Фізичні і механічні властивості матеріалів, що визначають спроможність матеріалів до оброблення різанням.

Вивчення дисципліни сприяє підсиленню наступних компетентностей:

#### Загальні компетентності (ЗК):

ЗК6. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

#### Фахові компетентності (ФК):

ФК1. Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК12. Здатність прогнозувати фізико-механічні властивості виробу шляхом реалізації раціональної схеми його отримання, структурного та функціонального поділу на компоненти та застосування засобів та методів формування надійно відтворюваного виробу.

**Завершитись навчання має наступними програмними результатами:**

РН8. Оволодіти сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах.

РН15. Застосовувати методи досліджень складних технічних систем, володіти навичками самостійного проведення досліджень та випробувань машин з використанням сучасного контрольно вимірювального обладнання та програмної обробки експериментальних даних.

РН16. Ідентифікувати фактори та дії, що впливають на динаміку та надійність технологічного обладнання, розробляти математичні моделі системи та її елементів, порівнювати результати теоретичних та експериментальних досліджень, визначати показники надійності технічних систем, аналізувати причини несправностей та відмов, впроваджувати методи відновлення працездатності.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліна «Фізика процесів різання» базується на наступних дисциплінах:

- Оцінка відповідності продукції машинобудування та системи управління якістю.

У свою чергу дисципліна «Фізика процесів різання» може бути корисною для подальшої підготовки з дисциплін:

- Практика.
- Виконання магістерської дисертації.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Вступ. Мета та завдання курсу. Основні підходи і методи. Напрямки розвитку і основні шляхи досліджень в галузі теорії і фізики процесів різання. Структурна модель процесу різання. Нестабільності, що виникають при різанні.

**Розділ 1.** Дислокаційний підхід до аналізу процесів деформування і руйнування матеріалів при різанні.

Тема 1.1. Характеристика процесу різання з точки зору еволюції дислокаційної будови матеріалу.

Тема 1.2. Процеси і особливості пластичного деформування матеріалів в зоні різання.

Тема 1.3. Фізичні механізми, що супроводжують процеси стружкоутворення.

**Розділ 2.** Формування властивостей поверхневого шару деталей при обробленні різанням.

Тема 2.1. Властивості поверхневого шару деталей при обробленні різанням.

Тема 2.2. Оброблюваність матеріалів.

**Розділ 3.** Феноменологічний підхід до процесу різання, як процесу керованого руйнування матеріалу.

Тема 3.1. Механізми і моделі зсуву матеріалу при його руйнуванні в процесі різання.

Тема 3.2. Крихке і в'язке руйнування зрізаного шару при різанні. Сили різання.

Тема 3.3. Особливості взаємодії різальної кромки інструменту з оброблюваним матеріалом при різанні.

Тема 3.4. Наростоутворення.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Основна література

1. Фізика процесів різання: Конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка / Майборода В.С. ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 64с. <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/43201/1/Fizyka.pdf>
2. Фізичні основи руйнування матеріалів. Навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.050503 "Машинобудування" / В.С. Майборода, Н.В. Мініцька // Київ: НТУУ "КПІ", 2012. – 152 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1981>.

##### Додаткова література

1. Основи механіки руйнування. навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напр. підгот. "Інженерне матеріалознавство" / В.С. Майборода, М.М. Бобіна, Т.В. Лоскутова, Н.В. Мініцька // Київ: НТУУ "КПІ", 2010. – 124 с. <https://discovery.kpi.ua/Record/000253061>.
2. Фірстов С.О. Матеріалознавство на атомному рівні / С.О. Фірстов. – К.:Наука і культура, вип.34, 2008. С.140-155.
3. Грицай І.Є., Кукляк М.Л. Різання металів. Теорія різання. Навч. Посібник. – Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2005. – 132 с.
4. Калафатова Л.П. Мазильно охолоджуючі технологічні середовища як фактор підвищення ефективності процесів механічної обробки крихких конструкційних матеріалів / Л.П. Калафатова // Збірник наукових праць "Сучасні технології в машинобудуванні". – Харків, 2018. – № 13. – С. 9–20.

#### Навчальний контент

##### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекції проводяться з використанням наочних засобів представлення матеріалу та з використанням методичних матеріалів, доступ до яких наявний у студентів. Студенти залучаються до обговорення лекційного матеріалу та задають питання, щодо його сутності. На практичних та лабораторних заняттях застосовуються форми індивідуальної та колективної роботи (командна робота, парна робота) для реалізації завдань викладача та набуття навичок самостійної практичної роботи.

Під час вивчення курсу застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями:

- 1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда) і дослідницький метод);
- 2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання ("мозковий штурм", "аналіз ситуацій" і ін.);
- 3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації, застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів практичних завдань, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережевих комунікаційних можливостей (програмні засоби, мобільні застосунки і ін.).

В період роботи за принципом онлайн навчання більшу увагу студентів звертають на необхідність поглиблення знань завдяки використанню спеціальних освітніх дидактичних засобів, що знаходяться у вільному доступі в мережі інтернет. Окрім того, студентів залучають до активного користування довідковою та спеціальною літературою. Додатково організовується індивідуальна робота, направлена на коригування результатів навчання в дистанційній формі.

##### Лекції.

Вступ. Мета та завдання курсу. Етапи розвитку теорії різання матеріалів, основні акценти і тенденції при дослідженнях і теоретичному описі процесу різання реальних конструкційних матеріалів. Напрямки розвитку і основні шляхи досліджень в галузі теорії і фізики процесів

різання. Види оброблення різанням в залежності від типу використовуваного різального інструменту. Лезове і абразивне різання, принципові відмінності. Напрямки розвитку. Структурна модель процесу різання і загальні принципи, що використовують при його керуванні. Нестабільності, що супроводжують процес різання і причини в наслідок чого вони виникають. Схематичне представлення процесу різання.

Загальна інформація про фізичні явища, що супроводжують різання матеріалів. Параметри, що визначають процес різання і їх розгорнута характеристика.

## **Розділ 1. Дислокаційний підхід до аналізу процесів деформування і руйнування матеріалів при різанні.**

*Тема 1.1. Характеристика процесу різання з точки зору еволюції дислокаційної будови матеріалу.*

Стисла характеристика дефектів кристалічної будови сучасних матеріалів, точкові, лінійні, плоскі і об'ємні дефекти. Особливі умови, що повинні бути враховані при застосуванні дислокаційного підходу при аналізі процесів різання реальних матеріалів конструкційного призначення. Особливості еволюції дислокаційної структури матеріалів в зоні різання. Етапи зміни структури матеріалів в зоні різання. Передумови зародження і розмноження дефектних утворень в матеріалі в зоні різання, рухомі і "зв'язані" структури. Особливості формування субструктур зміцнення в матеріалі при різанні. Зона матеріалу, що пластично деформується при різанні. Механізм супутнього деформування.

*Тема 1.2. Процеси і особливості пластичного деформування матеріалів в зоні різання.*

Механізми гальмування дислокацій в зоні різання. Пульсуючий рух дислокацій в зоні випереджуючого пластичного деформування матеріалу перед різальним інструментом. Особливості руху гвинтових і крайових дислокацій. Випереджувальне і супутнє зміцнення матеріалу в зоні різання. Явище збільшення товщини шару матеріалу, що зрізується і його фізичне пояснення. Зміни, що відбуваються у дислокаційній будові матеріалів в процесі різання. Дислокаційний механізм формо-змінення і зміцнення матеріалів при різанні.

*Тема 1.3. Фізичні механізми, що супроводжують процеси стружкоутворення.*

Сучасні дислокаційні механізми, що реалізуються в процесі стружкоутворення. Стадії зливного стружкоутворення. Умови подолання дислокаціями структурних перепон в процесі різання. Структурно-схематичне представлення зони різання. Дисклінації.

Особливості формування субструктур зміцнення в матеріалі при різанні. Зона матеріалу, що пластично деформується при різанні. Механізм супутнього деформування. Умови подолання дислокаціями структурних перепон в процесі різання. Механізми гальмування дислокацій в зоні різання.

## **Розділ 2. Формування властивостей поверхневого шару деталей при обробленні різанням.**

*Тема 2.1. Властивості поверхневого шару деталей при обробленні різанням.*

Класифікація характеристик поверхневого шару виробів, що утворюються в процесі різання. Мікротвердість, залишкові напруження, щільність смуг Чернова-Людерса (смуг ковзання), щільність дислокацій в поверхневому шарі в зоні різання. Зміцнення поверхневого шару деталей в процесі різання. Умови формування нестабільностей в поверхневому шарі оброблюваних матеріалів. Шляхи стабілізації субструктур зміцнення поверхневих шарів при різанні матеріалів.

*Тема 2.2. Оброблюваність матеріалів.*

Фізичні особливості зміни оброблюваності матеріалів різанням. Методи експериментального визначення оброблюваності матеріалів за стандартними характеристиками міцності матеріалів. Критерії оброблюваності. Фізичні передумови для забезпечення покращення оброблюваності матеріалів різанням. Додатковий вплив температурного, силового і інших чинників на зону різання. Нові підходи для покращення оброблюваності матеріалів. Представлення поверхневого шару матеріалу, що утворюється при різанні у вигляді композиційної багатошарової структури.

## **Розділ 3. Феноменологічний підхід до процесу різання, як процесу керованого руйнування матеріалу.**

*Тема 3.1. Механізми і моделі зсуву матеріалу при його руйнуванні в процесі різання.*

Моделі утворення границь між шаром що зрізується і стружкою. Особливості і наявності невідповідностей в моделях з окремою площиною зсуву і зоною пластичного деформування з системою криволінійних поверхонь зсуву. Представлення процесу різання, як процесу формозмінення матеріалу за рахунок його керованого руйнування. Стадії процесу руйнування матеріалу при різанні. Механізм руйнування при різанні з випереджувальною тріщиною. Механізми і стадії руйнування при різанні, побудовані за даними мікроскопічного аналізу матеріалу заготовки.

*Тема 3.2. Крихке і в'язке руйнування зрізаного шару при різанні. Сили різання.*

Енергетичні аспекти руйнування при різанні. Формування дислокаційних тріщин. Принципові відмінності в механізмах в'язкого і крихкого руйнування при різанні різноманітних матеріалів. Взаємозв'язок між механізмами руйнування і стружкоутворення. Етапи руйнування при різанні пластичних матеріалів і їх особливості. Сили різання при обробленні – сукупність трьох взаємозв'язаних процесів – тиску різального клину, руйнування оброблюваного матеріалу з відокремленням стружки її вигином і особливими умовами контактування з передньою поверхнею.

*Тема 3.3. Особливості взаємодії різальної кромки інструменту з оброблюваним матеріалом при різанні.*

Характер розподілення нормальних і зсувних напружень на різальній кромці і контактних поверхнях різального інструменту. Визначення результуючої величини сили різання, як суперпозиції її складових. Визначення величини тиску різальної кромки на оброблюваний матеріал. Розміри різальних кромок, найбільш раціональна їх форма. Зміна параметрів і форми різальних кромок при експлуатації. Особливості змін сил різання при експлуатації.

*Тема 3.4. Наростоутворення.*

Фізична природа наростоутворення при різанні матеріали. Режими різання і особливості перебудови структури наросту, причин його утворення і руйнування. Дислокаційний механізм наростоутворення.

Стадії процесу руйнування матеріалу при різанні. Сили різання при обробленні. Розміри різальних кромок, найбільш раціональна їх форма.

### **Практичні заняття.**

1. Визначення енергії деформування при різанні за умов критичного деформування.
2. Встановлення критерію оброблюваності за характеристиками пластичності і міцності.
3. Аналіз сил різання при обробленні матеріалів з різною кристалографічною ґратницею.
4. Аналіз характеру руйнування при різанні по зовнішньому вигляді стружки.

### **Лабораторний практикум (комплексні роботи).**

*Робота 1.* Визначення особливостей стружкоутворення різноманітних за властивостями конструкційних матеріалів при різанні. Мета – ознайомитись з процесами безперервного і переривчастого оброблення. Виконати оброблення в'язкої нержавіючої сталі, чавуна, сплаву міді при різноманітних режимах оброблення. Визначити умови наростоутворення. Отримати стружку для подальших досліджень. Відділити з різального інструменту елементи наросту. Проаналізувати отримані результати.

*Робота 2.* Дослідження мікроструктури зливної стружки. Мета – визначити типові зміни мікроструктури стружки в повздовжньому і поперечному її перерізі. Порівняти одержані результати, визначити ступінь пластичного деформування матеріалу стружки за характером зміни розміру зерен в повздовжньому і поперечному перерізах стружки. Встановити наявність прирізцевої зони, випереджувальних тріщин по маловуглецевій сталі.

*Робота 3.* Дослідження прирізцевої зони стружки і шару матеріалу на вільній поверхні стружки. Мета – ознайомитись з методами контролю матеріалів на мікротвердість та особливостями підготовки зразків для досліджень. Визначити твердість за Вікерсом на зразках стружки з сталі, сплавів міді. Визначити характер зміни мікротвердості цих матеріалів по об'єму стружки. Особливу увагу приділити вільній поверхні стружки. Виконати декорування ліній ковзання на підготовлених шліфах для вимірювання твердості. Визначити щільність ліній ковзання в різних зонах стружки.

*Робота 4.* Визначення оброблюваності різанням матеріалів за критеріями їх деформованості. Мета – визначення критеріїв оброблюваності і можливості впливу на зазначені критерії зміною характеристик пластичності.

## **6. Самостійна робота студента**

Самостійна робота спрямована на засвоєння лекційного матеріалу, рекомендованої літератури, підготовки до МКР, практичних занять, лабораторного практикуму та екзамену.

На самостійну роботу винесені також наступні теми:

Вступ. Загальна інформація про фізичні явища, що супроводжують різання матеріалів. Параметри, що визначають процес різання і їх розгорнута характеристика.

Розділ 1. Особливості формування субструктур зміцнення в матеріалі при різанні. Зона матеріалу, що пластично деформується при різанні. Механізм супутнього деформування. Умови подолання дислокаціями структурних перепон в процесі різання. Механізми гальмування дислокацій в зоні різання.

Розділ 2. Мікротвердість, залишкові напруження, щільність смуг Чернова-Людерса (смуг ковзання), щільність дислокацій в поверхневому шарі в зоні різання. Методи експериментального визначення оброблюваності матеріалів за стандартними характеристиками міцності матеріалів.

Розділ 3. Стадії процесу руйнування матеріалу при різанні. Сили різання при обробленні. Розміри різальних кромки, найбільш раціональна їх форма.

## **Політика та контроль**

### **7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

#### **Правила відвідування занять**

Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється. Проте, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання екзаменаційного завдання та практичних/лабораторних робіт.

Відвідування практичних занять та лабораторних практикумів є обов'язковим. У разі відсутності студента на роботі, у тому числі і за станом здоров'я, йому необхідно пропущену роботу відпрацювати.

Відвідування контрольних робіт є обов'язковим. Якщо студент пропустив контрольну роботу з поважних причин, наприклад, за станом здоров'я, то за наявності підтверджуючого документа (довідки) він може протягом тижня написати пропущену контрольну роботу. В іншому випадку робота не оцінюється. Перескладання модульної контрольної роботи на вищу оцінку не передбачено.

#### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень. Детальніше: НАКАЗ №НОН/228/2022 ВІД 21.07.2022 "Про затвердження нової редакції положення про апеляції в КПІ ім. Ігоря Сікорського", [https://document.kpi.ua/2022\\_НОН-228](https://document.kpi.ua/2022_НОН-228).

#### **Академічна доброчесність**

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського" Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

#### **Норми етичної поведінки**

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Поточний контроль:** лабораторні практикуми, модульна контрольна робота.

**Календарний контроль:** провадиться 2 раз на семестр за встановленим графіком як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** екзамен.

### Оцінювання здобувача вищої освіти

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримує за:

- 1) виконання та захист лабораторного практикуму – 40 балів;
- 2) відповіді на завдання МКР – 20 балів;
- 3) відповідь під час екзамену – 40 балів.

### Виконання та захист робіт лабораторного практикуму.

Максимальна кількість балів за всі роботи:  $r_1=40$  балів. Система оцінювання робіт лабораторного практикуму представлена в табл. 1.

Таблиця 1

Рейтингові бали за виконання та захист роботи лабораторного практикуму

Бали	Критерії оцінювання
10,0	Робота виконана повністю, зауважень немає, є відповіді на всі запитання.
9,0	Робота виконана з несуттєвими зауваженнями, у відповідях трапляються неточності.
8,0	Робота виконана з зауваженнями, є відповіді на більшість запитань.
7,0	Робота виконана з помилками, є відповіді лише на частину запитань.
6,0	Робота виконана із значними помилками, є відповіді лише на окремі питання.
0,0	Робота не виконана, звіт не представлений.

Мінімальна кількість балів за всі роботи:

$$r1_{min} = 6 \text{ балів} \times 4 = 24 \text{ бали.}$$

Максимальна кількість балів за всі роботи:

$$r1_{max} = 10 \text{ балів} \times 4 = 40 \text{ балів.}$$

Роботи захищаються на наступних парах у визначені терміни.

### Модульна контрольна робота

Метою проведення модульної контрольної роботи є перевірка знань, засвоєних студентами в процесі вивчення відповідних розділів навчальної дисципліни.

Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год. МКР відбувається у вигляді двох контрольних робіт по 1 годині кожна.

Одна контрольна робота складається з кількох завдань. Завдання оновлюються кожного семестру. Ваговий бал однієї контрольної роботи – 10 балів.

Оцінювання контрольної роботи здійснюється відповідно до таблиці 2.

Таблиця 2

Рейтингові бали за одну контрольну роботу

Бали	Критерій оцінювання
10,0	Вірна відповідь більш, ніж на 95 % питань
9,0	Вірна відповідь більш, ніж на 85 % питань
8,0	Вірна відповідь більш, ніж на 75 % питань
7,0	Вірна відповідь більш, ніж на 65 % питань
6,0	Вірна відповідь більш, ніж на 60 % питань
0,0	Вірна відповідь менш, ніж на 60 % питань або студент був відсутній

Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи відповідно складає:

$$r2 = 10 \text{ балів} \times 2 = 20 \text{ балів}$$

### **Штрафні та заохочувальні бали**

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали, які додаються до суми вагових балів усіх контрольних заходів.

Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали, які додаються до суми вагових балів усіх контрольних заходів.

Нарахування штрафних балів не передбачено.

Заохочувальні бали можуть нараховуватися за виконання творчих робіт: робота у наукових гуртках з підготовкою матеріалів доповідей або статей для публікації, участь у наукових і науково-практичних конференціях і семінарах, олімпіадах з дисципліни, конкурсах робіт, рефератів та оглядів наукових праць, аналіз сучасної нормативно-правової бази з дисципліни у країні та її відповідність вимогам міжнародних стандартів тощо. Кількість нарахованих балів залежить від отриманих результатів.

Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати 10% від рейтингової шкали, тобто  $60 \times 0,1 = 6$  балів.

### **Умови календарного контролю**

Календарний контроль з навчальної дисципліни (освітнього компонента) проводиться, як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50 % від максимально можливого на час проведення такого контролю. Результати календарного контролю заносяться у модуль "Календарний контроль" Електронного кампусу.

### **Критерії семестрового оцінювання**

Рейтингова система оцінювання складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю, заохочувальних та штрафних балів. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на останньому занятті з дисципліни в семестрі.

Друга складова – це екзаменаційна оцінка, призначена для оцінювання окремих завдань на екзамені.

Екзамен відбувається за розкладом екзаменаційної сесії, затвердженим директором інституту.

**Умови допуску до екзамену** – відсутність заборгованостей з робіт лабораторного практику та виконання МКР.

Екзамен проводиться в письмовій формі. Час написання екзамена складає не менше 60 хвилин. Екзаменаційне завдання складається з двох питань. Питання максимально оцінюється у відповідно 20 балів. Максимальна кількість балів отриманих за екзамен складає 40 балів:

$$r3 = 40 \text{ балів.}$$

Критерій екзаменаційного оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета за табл. 3.

Таблиця 3

### **Кількість балів за одне завдання білета**

<b>Бали</b>	<b>Критерій оцінювання</b>
20,0	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
18,0	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
16,0	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
14,0	Задовільна відповідь (не менше 65% інформації) є зауваження, відповідь на частину питань
12,0	Достатня відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на окремі питання.
0,0	Відповідь невірна або менше 60% інформації, або вона відсутня



## Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни

За результатами заходів поточного контролю з дисципліни, заохочувальних балів та екзамена:

$$R = r_1 + r_2 + r_3 = 40 + 20 + 40 = 100 \text{ балів}$$

Для отримання відповідної оцінки з дисципліни студент має набрати певну кількість балів, згідно з таблицею перерахунку (табл. 4).

Таблиця 4

Таблиця перерахунку рейтингових балів в оцінки

Рейтингова оцінка здобувача	Університетська шкала оцінок рівня здобутих компетентностей
95 – 100	Відмінно
85 – 94	Дуже добре
75 – 84	Добре
65 – 74	Задовільно
60 – 64	Достатньо
Менше 60 балів	Незадовільно
Не виконані умови допуску до семестрового контролю	Не допущено

## 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

### Тематика контрольних робіт

Контрольна робота №1 (Основні теми)

1. Акценти і тенденції при дослідженнях і теоретичному описі процесу різання реальних конструкційних матеріалів.
2. Структурна модель процесу різання і загальні принципи, що використовують при його керуванні.
3. Нестабільності, що супроводжують процес різання і причини внаслідок чого вони виникають.
4. Особливі умови, що повинні бути враховані при застосуванні дислокаційного підходу при аналізі процесів різання реальних матеріалів конструкційного призначення.
5. Особливості еволюції дислокаційної структури матеріалів в зоні різання.
6. Передумови зародження і розмноження дефектних утворень в матеріалі в зоні різання, рухомі і "зв'язані" структури.
7. Особливості формування субструктур зміцнення в матеріалі при різанні.
8. Механізм супутнього деформування.
9. Механізми гальмування дислокацій в зоні різання.
10. Пульсуючий рух дислокацій в зоні випереджуючого пластичного деформування матеріалу перед різальним інструментом.
11. Випереджувальне і супутнє зміцнення матеріалу в зоні різання.
12. Явище збільшення товщини шару матеріалу, що зрізується і його фізичне пояснення.
13. Дислокаційний механізм формо-змінення і зміцнення матеріалів при різанні.
14. Сучасні дислокаційні механізми, що реалізуються в процесі стружкоутворення.
15. Структурно-схематичне представлення зони різання. Дисклінації.
16. Класифікація характеристик поверхневого шару виробів, що утворюються в процесі різання. Мікротвердість, залишкові напруження, щільність смуг Чернова-Людерса (смуг ковзання), щільність дислокацій в поверхневому шарі в зоні різання.
17. Зміцнення поверхневого шару деталей в процесі різання.
18. Умови формування нестабільностей в поверхневому шарі оброблюваних матеріалів. Шляхи стабілізації субструктур зміцнення поверхневих шарів при різанні матеріалів.

19. Фізичні особливості зміни оброблюваності матеріалів різанням.
20. Методи експериментального визначення оброблюваності матеріалів за стандартними характеристиками міцності матеріалів. Критерії оброблюваності.
21. Представлення поверхневого шару матеріалу, що утворюється при різанні у вигляді композиційної багатошарової структури.

#### Контрольна робота №2 (Основні теми)

1. Моделі утворення границь між шаром, що зрізується, і стружкою.
2. Представлення процесу різання, як процесу формозмінення матеріалу за рахунок його керованого руйнування.
3. Механізм руйнування при різанні з випереджувальною тріщиною.
4. Механізми і стадії руйнування при різанні, побудовані за даними мікроскопічного аналізу матеріалу заготовки.
5. Енергетичні аспекти руйнування при різанні.
6. Формування дислокаційних тріщин.
7. Принципові відмінності в механізмах в'язкого і крихкого руйнування при різанні різноманітних матеріалів.
8. Взаємозв'язок між механізмами руйнування і стружкоутворення.
9. Сили різання при обробленні – сукупність трьох взаємозв'язаних процесів.
10. Характер розподілення нормальних і зсувних напружень на різальній кромці і контактних поверхнях різального інструменту.
11. Визначення величини тиску різальної кромки на оброблюваний матеріал.
12. Розміри різальних кромок, найбільш раціональна їх форма. Зміна параметрів і форми різальних кромок при експлуатації.
13. Фізична природа наростоутворення при різанні матеріалів.
14. Режими різання і особливості перебудови структури наросту, причин його утворення і руйнування. Дислокаційний механізм наростоутворення.

#### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) склав:**

Професор кафедри конструювання машин, доктор  
технічних наук

Віктор МАЙБОРОДА

**Ухвалено** кафедрою конструювання машин- (Протокол №7 від 20.12.2022 р.)

**Погоджено** методичною комісією навчально-наукового механіко-машинобудівного інституту (Протокол №4 від 22.12.2022 р.).