



МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізитивна навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>133 Галузеве машинобудування</i>
Освітня програма	<i>Обладнання фармацевтичних та біотехнологічних виробництв</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити, 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік Модульна контрольна робота в два етапи</i>
Розклад занять	<i>Лекції та лабораторні роботи відбуваються згідно розкладу Rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н,доцент,Кагляк Олексій Дмитрович, 0682229967. Kaglyak.olexa@gmail.com Лабораторні: к.т.н,доцент,Кагляк Олексій Дмитрович, 0682229967. Kaglyak.olexa@gmail.com, к.т.н,доцент, Гончарук Олексій Олександрович
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс https://classroom.google.com/c/MTI1Mjg2MDQwMjA1?cjc=62i25ro

Програма навчальної дисципліни

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

Мета навчальної дисципліни.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів здатностей розв'язання наступних типових задач:

- визначення фізико-механічних, технологічних та експлуатаційних властивостей матеріалів;*
- вибір матеріалів для виготовлення деталей машин та елементів конструкцій;*
- призначення термічної та хіміко-термічної обробки деталей;*
- вибір технології поверхневого зміцнення матеріалів.*

Фахові компетентності:

- Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування (ФК1);
- Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування (ФК2);

- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт (ФК3);
- Здатність систематичного вивчення та аналізу науково-технічної інформації, вітчизняного й закордонного досвіду з відповідного профілю підготовки (ФК11).

Програмні результати навчання:

Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі (РН1);

Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку (РН2);

Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи (РН5);

Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи (РН9).

знання:

- основні досягнення у галузі матеріалознавства;
- існуючі методики вибору технології термічної та хіміко-термічної обробки матеріалів;
- схеми поверхневого локального зміцнення поверхонь деталей.

уміння:

- користуватись довідковою літературою та комп'ютерними засобами інформації;
- користуючись довідковою літературою здійснювати вибір матеріалу, згідно експлуатаційних вимог до виробу;
- графічно відображати особливості технологічних процесів;
- за існуючими методиками та алгоритмами, розраховувати режими обробки.

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

Для успішного засвоєння матеріалу освітнього компоненту необхідно мати знання з загальної фізики та хімії.

Знання, які одержано під час вивчення освітнього компоненту, забезпечують опанування наступних курсів: Механіка матеріалів і конструкцій, Деталі машин.

3. Зміст навчальної дисципліни

Лекція 1. Вступ. Зміст курсу та його значення. Історія та сучасний стан розвитку матеріалознавства.

Розділ 1. БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ.

Лекція 2. Загальна характеристика металів та сплавів. Кристалічна будова сплавів. Дефекти кристалічної будови. Плавлення та кристалізація металів.

Лекція 3. Властивості металів та сплавів та способи їх визначення.

Лекція 4. Основні відомості з теорії сплавів. Діаграми стану сплавів.

Розділ 2. ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВІ СПЛАВИ

Лекція 5. Залізовуглецеві сплави. Компоненти, фази і структурні складові. Діаграма стану сплавів системи залізо-вуглець.

Лекція 6. Сталі. Вуглецеві та леговані конструкційні сталі. Маркування. Сталі з особливими фізичними та хімічними властивостями. Жаростійкі та жароміцні сталі та сплави. Шарикопідшипникові сталі. Автоматні сталі. Ресорно-пружинні сталі.

Лекція 7. Інструментальні сталі. Сталі для різального інструменту. Сталі для вимірювального інструменту. Сталі для штампового інструменту.

Лекція 8. Чавуни. Класифікація та маркування чавунів.

Лекція 9. Іноземні системи маркування залізовуглецевих сплавів

Розділ 3. ОСНОВИ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Лекція 10. Термічна обробка сталей. Перетворення що відбуваються в сталі при нагріванні та охолодженні. Відпал. Нормалізація.

Лекція 11. Гартування. Гартувальні середовища. Загартовуваність та прогартовуваність сталей. Способи гартування сталей. Дефекти, які можуть виникати при гартуванні. Відпускання та старіння сталі. Обробка сталі холодом. Термічна обробка чавунів.

Розділ 4. СПОСОБИ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ

Лекція 12. Хіміко-термічна обробка сталі. Цементация. Азотування. Ціанування. Нітоцементация. Дифузійна металізація.

Лекція 13. Високочастотне гартування. Поверхнєве гартування з нагріванням в електроді. Поверхнєве гартування нагріванням газовим полум'ям. Ультразвукове поверхнєве зміцнення. Лазерне поверхнєве гартування. Лазерне легування.

Розділ 5. СПЛАВИ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

Лекція 14. Мідь її сплави та їх термічна обробка.

Лекція 15. Алюміній його сплави та їх термічна обробка.

Лекція 16. Титанові сплави. Надтверді матеріали.

Розділ 6. ПОЛІМЕРНІ ТА КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Лекція 17. Полімерні матеріали

Лекція 18. Композиційні матеріали.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Афтондіянц Є. Г. Матеріалознавство / Є. Г. Афтондіянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько / Видавництво Ліра – К. – 2013. – 610 с.
2. Кузін О. А., Металознавство та термічна обробка металів / О. А. Кузін, Р. А. Яцюк. - Львів : Афіша, 2002. – 304 с.
3. Металознавство і термічна обробка металів і сплавів із застосуванням комп'ютерних технологій навчання: підручник / Ю.М. Таран, Є. П. Калінушкін, В. З. Куцова [та ін.]; під ред. Ю. М. Тарана – Дніпропетровськ : Дніпрокнига, 2002. - 360 с.
4. Технологія композиційних матеріалів: Навчальний посібник / Гончаренко В.В., Коваленко І.В. – К., 2007. - 131 с.: іл. 46
5. Методичні вказівки до лабораторних робіт по курсу "Матеріалознавство". - К., КПІ, 2017.

Додаткова література

1. Groover M. P., Fundamentals of modern manufacturing. Fourth Edition. Printed in the United States of America. ISBN 978-0470-467002
2. Металознавство: підручник / О. М. Бялік, В. С. Черненко [та ін.]; - 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : ІВЦ Видавництво "Політехніка", 2002. – 384 с.
3. Геллер Ю.А., Рахштадт А.Г. Материаловедение: учеб. пособие для вузов; / под ред. А.Г. Рахштадта. - М.: Металлургия, 1989. - 454 с.
4. Колачев Б. А. Металознавство і термічна обробка кольорових металів і сплавів : підручник для вузів / Б. А. Колачев, В. І. Елагін, В. А. Ліванов. - М. : "МИСИС", 1999. - 416 с.
5. Гуляев А.П. Металловедение: учеб. для вузов. - М.: Металлургия, 1986.-542 с.
6. Мозберг Р.К. Материаловедение: учеб. пособие. - М.: Высш. шк., 1991.-480 с.

1.ltft.kpi.ua (сайт кафедри ЛТ та ФТТ)

2. login.kpi.ua (сайт КАМПУС'у)

3. library.ntu-kpi.kiev.ua (сайт науково – технічної бібліотеки НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

НАЗВА РОЗДІЛІВ І ТЕМ	Розподіл годин за видами занять				
	Всього	В тому числі			
		Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	СРС
Лекція 1. Вступ. Зміст курсу та його значення. Історія та сучасний стан розвитку матеріалознавства.	4	2			2
Розділ 1. БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ. Лекція 2. Загальна характеристика металів та сплавів. Кристалічна будова сплавів. Дефекти кристалічної будови. Плавлення та кристалізація металів. Лекція 3. Властивості металів та сплавів та способи їх визначення. Лекція 4. Основні відомості з теорії сплавів. Діаграми стану сплавів.	19	2 2 2	2 2		7
Розділ 2. ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВІ СПЛАВИ Лекція 5. Залізовуглецеві сплави. Компоненти, фази і структурні складові. Діаграма стану сплавів системи залізо-вуглець. Лекція 6. Сталі. Вуглецеві та леговані конструкційні сталі. Маркування. Сталі з особливими фізичними та хімічними властивостями. Жаростійкі та жароміцні сталі та сплави. Шарикопідшипникові сталі. Автоматні сталі. Ресорно-пружинні сталі. Лекція 7. Інструментальні сталі. Сталі для різального інструменту. Сталі для вимірювального інструменту. Сталі для штампового інструменту. Лекція 8. Чавуни. Класифікація та маркування чавунів. Лекція 9. Іноземні системи маркування залізовуглецевих сплавів	28	2 2 2 1 2	2 2		15
Розділ 3. ОСНОВИ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ Лекція 10. Термічна обробка сталей. Перетворення що відбуваються в сталі при нагріванні та охолодженні. Відпал. Нормалізація. Лекція 11. Гартування. Гартувальні середовища. Загартовуваність та	16	2 2	2 2		8

прогартуваність сталей. Способи гартування сталей. Дефекти, які можуть виникати при гартуванні. Відпускання та старіння сталі. Обробка сталі холодом. Термічна обробка чавунів.					
Розділ 4. СПОСОБИ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ Лекція 12. Хіміко-термічна обробка сталі. Цементация. Азотування. Ціанування. Нітоцементация. Дифузійна металізація. Лекція 13. Високочастотне гартування. Поверхнєве гартування з нагріванням в електроліті. Поверхнєве гартування нагріванням газовим полум'ям. Ультразвукове поверхнєве зміцнення. Лазерне поверхнєве гартування. Лазерне легування.	15	2	2		9
Розділ 5. СПЛАВИ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ Лекція 14. Мідь її сплави та їх термічна обробка. Лекція 15. Алюміній його сплави та їх термічна обробка. Лекція 16. Титанові сплави. Надтверді матеріали.	16	2 1 1	2		10
Розділ 6. ПОЛІМЕРНІ ТА КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ Лекція 17. Полімерні матеріали Лекція 18. Композиційні матеріали.	11	2 1			8
МОДУЛЬНА КОНТРОЛЬНА РОБОТА	4	2			2
ЗАЛКОВА КОНТРОЛЬНА РОБОТА	7	2			5
ВСЬОГО	120	36	18		66

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

Лекція 1. Вступ. Зміст курсу та його значення. Історія та сучасний стан розвитку матеріалознавства.

Література: Ос. [1, 3]. Доп. [1]

Розділ 1. БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ.

Лекція 2. Загальна характеристика металів та сплавів. Кристалічна будова сплавів. Дефекти кристалічної будови. Плавлення та кристалізація металів.

Література: Ос. [1, 3, 5]. Доп. [1, 3]

Лекція 3. Властивості металів та сплавів та способи їх визначення.

Література: Ос. [1..3, 5]. Доп. [1, 3]

Лекція 4. Основні відомості з теорії сплавів. Діаграми стану сплавів.

Література: Ос. [1..3, 5]. Доп. [2]

Розділ 2. ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВІ СПЛАВИ

Лекція 5. Залізовуглецеві сплави. Компоненти, фази і структурні складові. Діаграма стану сплавів системи залізо-вуглець.

Література: Ос. [1..3, 5]. Доп. [1, 3]

Лекція 6. Сталі. Вуглецеві та леговані конструкційні сталі. Маркування. Сталі з особливими фізичними та хімічними властивостями. Жаростійкі та жароміцні сталі та сплави. Шарикопідшипникові сталі. Автоматні сталі. Ресорно-пружинні сталі.

Література: Ос. [1..3, 5]. Доп. [1..4]

Лекція 7. Інструментальні сталі. Сталі для різального інструменту. Сталі для вимірювального інструменту. Сталі для штампового інструменту.

Література: Ос. [1..3, 5]. Доп. [1..4]

Лекція 8. Чавуни. Класифікація та маркування чавунів.

Література: Ос. Ос. [1..3, 5]. Доп. [1..4]

Лекція 9. Іноземні системи маркування залізовуглецевих сплавів

Література: Ос. [1]. Доп. [1]

Розділ 3. ОСНОВИ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Лекція 10. Термічна обробка сталей. Перетворення що відбуваються в сталі при нагріванні та охолодженні. Відпал. Нормалізація.

Література: Ос. [1..3]. Доп. [1..3]

Лекція 11. Гартування. Гартувальні середовища. Загартовуваність та прогартовуваність сталей. Способи гартування сталей. Дефекти, які можуть виникати при гартуванні. Відпускання та старіння сталі. Обробка сталі холодом. Термічна обробка чавунів.

Література: Ос. [1..3]. Доп. [1..3]

Розділ 4. СПОСОБИ ПОВЕРХНЕВОГО ЗМІЦНЕННЯ

Лекція 12. Хіміко-термічна обробка сталі. Цементация. Азотування. Ціанування. Нітоцементация. Дифузійна металізація.

Література: Ос. [1, 3]. Доп. [1]

Лекція 13. Високочастотне гартування. Поверхневе гартування з нагріванням в електроді. Поверхневе гартування нагріванням газовим полум'ям. Ультразвукове поверхневе зміцнення. Лазерне поверхневе гартування. Лазерне легування.

Література: [1, 3]. Доп. [1]

Розділ 5. СПЛАВИ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

Лекція 14. Мідь її сплави та їх термічна обробка.

Література: Ос. [2, 3]. Доп. [4]

Лекція 15. Алюміній його сплави та їх термічна обробка.

Література: Ос. [2, 3]. Доп. [4]

Лекція 16. Титанові сплави. Надтверді матеріали.

Література: Ос. [2, 3]. Доп. [4]

Розділ 6. ПОЛІМЕРНІ ТА КОМПОЗИЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

Лекція 17. Полімерні матеріали

Література: Ос. [1, 2, 4]. Доп. [1]

Лекція 18. Композиційні матеріали.

Література: Ос. [1, 2, 4]. Доп. [1]

Лабораторні роботи

Лабораторна робота №1. Дослідження твердості матеріалів.

Лабораторна робота №2. Дослідження ливарних властивостей сплавів.

Лабораторна робота №3. Вплив пластичної деформації на твердість металів

Лабораторна робота №4. Гартування і відпускання сталей. Визначення критичних точок сталі методом пробних гартувань.

Лабораторна робота №5. Діаграми стану сплавів подвійних систем.

Лабораторна робота №6. Визначення кількості фазової (структурної) складової в сплаві.

Лабораторна робота №7. Визначення розміру зерна металів

Лабораторна робота №8. Алюмінієві сплави та їх термічна обробка.

Лабораторна робота №9. Мікроаналіз залізвуглецевих сплавів (сталі, чавуни) у стані рівноваги.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

Самостійна робота студентів має наступні напрямки:

- Підготовка до лекційних занять – 36 годин.
- Підготовка до лабораторних робіт – 21 година.
- Підготовка до модульної контрольної роботи – 2 години.
- Підготовка до заліку – 7 годин.

Детальний розподіл годин на самостійну роботу за темами та посилання на літературу для підготовки, приведено в попередньому розділі.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчальний процес та стосунки між учасниками цього процесу, повинні базуватися на нормах взаємоповаги, професійної етики та сумлінного ставлення до своїх обов'язків. Не допускаються образливі висловлювання, ненормативна лексика чи будь-які прояви дискримінації.

Відвідування занять не є обов'язковим, але, в такому разі, пропущений матеріал студент має засвоїти самостійно. Активність на заняттях заохочується додатковими балами в рейтинг, у випадку надання додаткової корисної інформації за темою заняття, чи правильних відповідей на питання.

Дозволяється під час пар використовувати цифрові пристрої для проведення розрахунків, пошуку додаткової інформації чи знаходження відповідників термінології іноземними мовами. Однак, під час проведення контрольних заходів, використання додаткових засобів цифрових, паперових, тощо, - заборонено. У випадку виявлення, під час контрольного заходу, нехтування студентом принципів академічної доброчесності, списування у інших студентів чи використання заборонених допоміжних матеріалів, студент штрафується зменшенням оцінки з контрольний захід. На перший раз – від оцінки за роботу віднімається третина від максимальної кількості балів за цей контрольний захід. На другий раз – по роботі виставляється «0» а написання роботи припиняється.

Перша та друга частини модульної контрольної роботи (МКР) проводяться перед, відповідно, першою та другою атестаціями. Для одержання атестації потрібно одержати по контрольній роботі 50%+1бал, відносно максимуму за цю контрольну та захистити більше половини виконаних, на момент атестації, робіт. Дозволяється один раз переписати контрольну на вищу оцінку. Переписування відбувається не персонально, а одночасно всіма бажаючими з групи. Першу частину МКР можна переписувати в проміжку між першою та другою атестаціями, другу – до завершення навчального семестру. На переписування виділяється менше часу ніж на першопочаткове написання.

Умовою допуску до заліку є зараховані всі лабораторні роботи. Лабораторні роботи виконуються та захищаються самостійно, згідно індивідуального завдання. Заборонено здавати чужу роботу чи маніпулювати вихідними даними, подібні дії штрафуються відніманням третини балів від максимальної кількості балів за лабораторну роботу. Захист роботи полягає в усному

поясненні логіки вирішення задачі та обґрунтуванні вибору способу вирішення, поясненні основних термінів та особливостей процесів, описаних в лабораторній роботі.

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

Протягом навчання виконуються модульна контрольна робота з двох частин, кожна з яких оцінюється окремо та дев'ять лабораторних робіт.

Лабораторні роботи

Ваговий бал – 5. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи дорівнює $5 \times 9 = 45$ балів.

Критерії оцінювання:

- вільне володіння матеріалом, повне виконання та оформлення Л.Р. – 5 балів;
- не повна відповідь при захисті роботи, недбале оформлення Л.Р. – 4,5-3 бали;
- неправильні відповіді при захисті чи допущені критичні помилки під час виконанні Л.Р. – 0 балів ;

Модульний контроль

Частина 1

Ваговий бал – 30.

Критерії оцінювання:

- повна відповідь на всі запитання – 30 балів;
- не повна відповідь на всі запитання або відповідь не на всі запитання – 29 – 18;
- незадовільна відповідь – 0 балів.

Частина 2

Ваговий бал – 25.

Критерії оцінювання:

- повна відповідь на всі запитання – 25 балів;
- не повна відповідь на всі запитання або відповідь не на всі запитання – 24 – 15;
- незадовільна відповідь – 0 балів.

Максимальна кількість балів за всі модульні контрольні роботи дорівнює $30 + 25 = 55$ балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$RD = 5 \times 9 + 30 + 25 = 100 \text{ балів.}$$

Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань.

У випадку незгоди із підсумковою оцінкою згідно рейтингу, студент має право відмовитися від рейтингу і написати залікову контрольну роботу вагою 100 балів. При цьому, попередньо зароблений рейтинг анулюється.

Залікова контрольна робота

Може проходити або у вигляді тесту (з використанням GoogleClassroom) на 50 питань, кожне з яких оцінюється в 2 бали. Або у вигляді контрольної роботи з 5 комплексними питаннями на розлогу відповідь (20 балів за кожне запитання). Вибір форми контролю здійснюється за згодою зі студентами.

Ваговий бал – 100.

Критерії оцінювання:

- повна відповідь на запитання, відповідь викладена правильно, питання розкриті в достатній мірі – 100 - 95 балів;
- не повна відповідь на запитання або відповідь з певними неточностями – 94 – 74;
- часткова відповідь на запитання, чи відповідь з суттєвими помилками – 73 – 60.
- Студент, котрий отримав менше 60 балів направляється на перескладання заліку.

Штрафні бали за:

- не допуск до лабораторних/ практичних робіт у зв'язку з незадовільним вхідним контролем - 1 бал;
- несвоєчасний (пізніше ніж на тиждень) захист Л.Р. – 0,5-1 балів.

Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування всіх лабораторних робіт.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Додаток А
Орієнтовні питання семестрової атестації

Автоматні сталі.
 Азотування.
 Алюміній та його сплави
 Високочастотне гартування.
 Відпал.
 Відпускання та старіння сталі.
 Властивості металів та сплавів.
 Вуглецеві та леговані конструкційні сталі.
 Гартувальні середовища.
 Гартування.
 Дефекти кристалічної будови.
 Дефекти, які можуть виникати при гартуванні.
 Дифузна металізація.
 Діаграма стану сплавів залізо-вуглець
 Діаграми стану сплавів
 Жаростійкі та жароміцні сталі та сплави
 Загальна характеристика металів та сплавів
 Загартовуваність та прогартовуваність сталей.
 Інструментальні сталі.
 Класифікація композиційних матеріалів
 Класифікація полімерів
 Композити з керамічною матрицею
 Композити з металевою матрицею
 Композити з полімерною матрицею
 Кристалічна будова сплавів
 Лазерне легування.
 Лазерне поверхневе гартування.
 Мідь та її сплави
 Надтверді матеріали.
 Нітоцементация.
 Нормалізація.
 Обробка сталі холодом
 Особливості термічної обробки алюмінієвих сплавів
 Перетворення в залізо-вуглецевих сплавах під час нагрівання-охолодження

Перетворення що відбуваються в сталі при нагріванні та охолодженні.
Плавлення та кристалізація металів
Поверхнєве гартування з нагріванням в електроліті.
Поверхнєве гартування нагріванням газовим полум'ям. Ультразвукове поверхнєве зміцнення.
Ресорно-пружинні сталі.
Система маркування сталей США
Способи вимірювання твердості
Способи гартування сталей.
Сталі для вимірювального інструменту.
Сталі для різального інструменту.
Сталі для штампового інструменту.
Сталі з особливими фізичними та хімічними властивостями.
Структури, фази, компоненти в залізо-вуглецевих сплавах
Тверді сплави
Термічна обробка сталей.
Термічна обробка чавунів
Термопластичні полімерні матеріали
Термореактивні полімерні матеріали
Титанові сплави.
Ультразвукове зміцнення
Хіміко-термічна обробка сталі.
Цементация.
Ціанування.
Чавуни. Класифікація чавунів
Шарикопідшипникові сталі.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, к.т.н., доцент, Кагляк Олексій Дмитрович

Ухвалено кафедрою Лазерної техніки та фізико-технічних технологій, протокол №18 від 23.06.2021

Погоджено Методичною комісією Факультету біотехнології і біотехніки (протокол № 10 від 30.06.2021 р.)