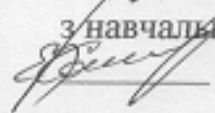


Затверджено
Заступник директора
з навчальної роботи
 Є. В. Саприкін
«31» 08 2017 р.

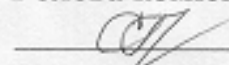
ТЕХНОЛОГІЯ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

для підготовки молодших спеціалістів
за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
спеціалізації Технологія обробки матеріалів
на верстатах і автоматичних лініях

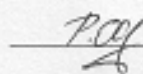
Програма рекомендована
цикловою комісією
природничо-наукових
дисциплін
Протокол № 1

Від "31" 08 2017 р.
Голова комісії

 С. М. Гречанюк

Навчальна програма розроблена на підставі освітньо-професійної програми спеціальності 133 Галузеве машинобудування спеціалізації Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях.

Програму розробила викладач



О.С.Романенко

Рекомендована комісією професійних дисциплін спеціальності 133 Галузеве машинобудування спеціалізації Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях.

Протокол № 1 від "30" "08" 2017 р.

Голова комісії



Т. А. Коваленко

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програмою дисципліни «Технологія конструкційних матеріалів»(ТКМ), у відповідності до спеціальності 133 Галузеве машинобудування спеціалізації Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях та навчального плану передбачається вивчення металургії чорних і кольорових металів, металознавства і термічної обробки, конструкційних та інструментальних сталей і сплавів, неметалевих матеріалів, ливарного виробництва, обробка металів тиском і зварювального виробництва.

Курс ТКМ відіграє одну з найважливіших ролей у підготовці спеціалістів машинобудівного профілю. Його основне завдання: надати систему знань і вмінь, що забезпечують загальну технологічну підготовку студентів. Знання, які одержуються у процесі його засвоєння, є базою для вивчення дисциплін спеціального циклу: «Технологія машинобудування», «Верстати», «Матеріали і інструменти» та ін. Крім того, у нових економічних умовах розробка нових конструкційних матеріалів, їх економія і раціональне використання набувають особливого значення .

У результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

- знати основні відомості про способи одержання і обробки металів, пластмас, деревини та інших конструкційних матеріалів; механічні властивості і механічні характеристики матеріалів, їх макро- і мікро-будову, сфери застосування; будову випробувального обладнання та його можливості; основні напрямки науково - технічного прогресу у дій галузі; можливості розробки нових матеріалів за заданими властивостями;

- вміти працювати з лабораторним обладнанням (твердомірами, металографічним мікроскопом, розривними машинами, муфельними печами та ін.); визначати внутрішню будову металів і сплавів, рекомендувати необхідні режими термо- та інших видів обробки сталі та чавуну; підбирати марки матеріалів для різних деталей і інструментів; правильно вибирати метод одержання заготовок, їх розміри і форми; самостійно поповнювати свої знання у галузі технології конструкційних матеріалів; орієнтуватися у новій інформації; бачити перспективу розвитку основних галузей промисловості, що характерні для району і області.

Для закріплення теоретичного матеріалу програмою передбачається проведення лабораторних і практичних робіт, однієї комплексної і двох обов'язкових класних контрольних робіт. Цій ж меті служить і самостійна робота студентів. Матеріал, що винесений на самостійну роботу, тим чи іншим чином доповнює основний матеріал за певними розділами; для його успішного засвоєння підготований відповідний посібник.

У процесі викладання дисципліни, передбачається використання наочних посібників, демонстраційних фільмів; звертається увага студентів на ДСТУ, дотримання єдиної термінології, правил техніки безпеки, промислової санітарії і пожежної безпеки.

Окремі зміни програми фіксуються у останньому розділі робочої навчальної програми і затверджуються адміністрацією коледжу.

ОРІЄНТОВНИЙ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Назва розділів і тем	Обсяг роботи студента, годин				
	Всього	З викладачем			Самостійна робота
		Лекцій	Лабораторних робіт	Практичних занять	
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Виробництво чорних матеріалів	16	8	-	-	8
Тема 1.1 Виробництво чавуну і сталі	16	8	-	-	8
Розділ 2. Металознавство та термічна обробка	31	12	8	3	8
Тема 2.1 Будова та кристалізація металів	13	4	4	3	2
Тема 2.2 Основні поняття про сплави	8	4	2	-	2
Тема 2.3 Хімічна та хіміко-термічна обробка	10	4	2	-	4
Розділ 3. Конструкційні матеріали	46	18	2	4	22
Тема 3.1 Вуглецеві сталі	14	4	-	4	6
Тема 3.2 Леговані та інструментальні сталі	10	6	-	-	4
Тема 3.3 Чавуни	10	4	2	-	4
Тема 3.4 Кольорові метали та сплави	6	2	-	-	4
Тема 3.5 Неметалеві конструкційні матеріали	6	2	-	-	4
Розділ 4. Технологія обробки металів і сплавів	42	12	2	16	12
Тема 4.1 Основи раціонального вибору заготовок	4	-	2	-	2
Тема 4.2 Обробка тиском	14	2	-	8	4
Тема 4.3 Ливарне виробництво	16	6	-	8	2
Тема 4.4 Зварювання і паяння металів	6	2	-	-	4
Тема 4.5 Порошкова металургія	2	2	-	-	-
Разом	135	50	12	23	50

ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Вступ. Завдання, предмет і метод курсу «Технологія конструкційних матеріалів» як наукової дисципліни, її зв'язок з іншими дисциплінами. Роль чорних, кольорових металів і неметалічних матеріалів у народному господарстві, перспективи їх розвитку і раціональне використання. Коротка історична довідка про розвиток металургії, виробництво конструкційних та інших матеріалів.

Розділ 1. Виробництво чорних матеріалів

Тема 1.1. Виробництво чавуну і сталі

Вихідні матеріали і їх підготовка до доменної плавки. Будова доменної печі, допоміжні пристрої. Фізико-хімічні процеси, що відбуваються у домні. Продукція доменного виробництва і її використання. Техніко-економічні показники доменного процесу, його інтенсифікація. Сутність переробки чавуну у сталь. Послідовність процесу і вихідні матеріали. Будова і робота кисневого конвертора, мартенівської і електричних печей; їх показники, якість сталі. Сталі спокійні і киплячі; способи розкислення сталі. Розливка сталі. Традиційні способи розливки: зверху і сифоном.

СРС Пряме (позадоменне) одержання губчастого заліза.

СРС Виробництво сталі в електричних печах.

СРС Сучасні способи розливки сталі. Будова зливка.

Розділ 2. Металознавство та термічна обробка

Тема 2.1 Будова та кристалізація металів

Метали та їх класифікація. Основні властивості металів: механічні, фізичні, хімічні, технологічні, експлуатаційні, їх значення під час вибору матеріалів для виготовлення інструментів і деталей машин. Механічні методи випробування: на твердість, ударну в'язкість, розрив. Умовна діаграма напруг, характеристика міцності і пластичності, які визначають з її допомогою. Випробування металів на втому, крива Веллера, визначення границі витривалості. Фізико-хімічні і технологічні методи випробування конструкційних матеріалів.

Лабораторна робота №1. Випробування металів і сплавів на твердість за способом Брінелля.

Лабораторна робота №2. Випробування металів і сплавів на твердість за способом Роквелла.

Практична робота №1. Побудова кривих охолодження і нагрівання залізо-вуглецевих сплавів.

СРС Дефекти у реальних кристалах і їх вплив на властивості металів.

Тема 2.2 Основні поняття про сплави

Поняття про сплав, компонент, фазу та систему. Структурні утворення при кристалізації сплавів: тверді розчини, механічні суміші, хімічні сполуки, умови утворення та властивості. Кристалізація сплавів. Поняття про діаграми стану, їх практичне значення та принцип побудови. Типи діаграм стану сплавів для випадків: утворення компонентами механічної суміші; твердих розчинів компонентів та хімічних сполук компонентів. Зв'язок між властивостями сплавів та типом діаграми стану.

Дві системи залізовуглецевих сплавів. Діаграма стану залізо-цементит (у спрощеному виді); фази у системі залізо-цементит: ферит, цементит, аустеніт, перліт, ледебурит; їх короткі характеристики. Первинна та вторинна кристалізація. Класифікація залізовуглецевих сплавів відповідно з діаграмою стану залізо-цементит: сталі (доевтектоїдна, евтектоїда та заевтектоїдна) та білі чавуни (доевтектичний, евтектичний та заевтектичний). Перетворення в структурі сталей та чавунів при нагріванні та охолодженні. Побудова кривих охолодження та нагрівання.

Лабораторна робота №3. Мікроаналіз залізовуглецевих сплавів – сталей у рівно ваговому стані.

СРС Вплив на точки діаграми легуючих елементів. Поняття про діаграму стану залізо-графіт.

Тема 2.3 Хімічна та хіміко-термічна обробка

Класифікація видів термічної обробки, структури, які утворюються у процесі переохолодження аустеніту. Поняття про С-подібну діаграму. Перлітне і мартенситне перетворення.

Відпал першого і другого роду, нормалізація. Вибір температур нагрівання до- і за-евтектоїдної сталі, мета, структури до і після обробки.

Повне і неповне гартування сталі. Основні технологічні властивості, що характеризують гартування: охолоджуюче середовище, загартованість, прогартованість, критичний діаметр і критична швидкість гартування. Способи гартування. Відпуск сталі і його різновиди (низький, середній, високий). Взаємозв'язок кінцевих структур з властивостями. Особливості термообробки легованих сталей і: ливарних чавунів. Хіміко-термічна обробка металів (ХТО).

Сутність, призначення і основні процеси ХТО. Цементация, азотування і ціанування сталі. Дифузійна металізація: хромування, алітування, сіліцування та інші; властивості, які досягаються за допомогою цих процесів.

Термомеханічна обробка (ТМО).

Доцільність використання ТМО і її результати. Низько- і високотемпературна ТМО. Особливості температурних режимів. Фізична сутність, що супроводжує процеси в ТМО і ІТГМО, порівняльні властивості сталі.

Лабораторна робота № 4. Термічна обробка вуглецевої сталі.

СРС Аналіз і практичне використання ДС Fe-Fe₃C.

Розділ 3. Конструкційні матеріали

Тема 3.1 Вуглецеві сталі.

Класифікація конструкційних сталей: будівельні, що покращуються, що цементуються, пружинно-ресорні, автоматні, шарикопідшипникові. Їх призначення, властивості, маркування за ДЕСТом, хімічний склад, термообробка.

Практична робота №2. Вибір і аналіз марки сталі для заданої деталі, що працює у певних умовах.

СРС Класифікація конструкційних сталей: автоматні, шарикопідшипникові.

СРС Сталі і сплави з особливими властивостями.

Тема 3.2 Леговані конструкційні та інструментальні сталі.

Класифікація вуглецевих сталей. Вплив вуглецю та постійних домішок на властивості сталі. Вуглецеві конструкційні сталі: звичайної якості та якісні. Призначення та властивості, маркування сталей за стандартом. Термічна обробка вуглецевих конструкційних сталей.

Змістовий модуль ПФ.Д.01.ЗР.О.01.06; ПФ.Д.13.ПР.О.03.09 Леговані конструкційні та інструментальні сталі

Поняття про леговані сталі, їх особливості в порівнянні з вуглецевими сталями. Характеристика легувальних елементів. Вплив легувальних елементів на сталь. Класифікація легованих сталей за ступенем легування, якістю, структурою і призначенням. Маркування легованих сталей за стандартом.

Конструкційні сталі, призначення та властивості. Основні групи сталей: цементовані, машинобудівні, ресорні та підшипникові. Марки, хімічний склад, призначення, властивості. Термічна обробка конструкційних легованих сталей. Сталі та сплави з особливими властивостями, їх класифікація за призначенням. Жаростійкі та жароміцні сталі та сплави. Сталі нержавккі, магнітні, з високим електричним опором. Класифікація інструментальних сталей за призначенням.

Сталі для різального інструменту. Вимоги до них. Вплив легувальних елементів на різальні властивості сталей. Вуглецеві, середньолеговані, швидкорізальні сталі, їх призначення, термообробка, марки. Тверді сплави. Класифікація, хімічний склад, застосування литих та порошкових інструментальних твердих сплавів. Надтверді різальні матеріали. Сталі для штампів та вимірних інструментів.

СРС Класифікація інструментальних сталей і сплавів.

Тема 3.3 Чавуни.

Діаграма стану залізо-графіт. Змішана кристалізація в чавунах. Класифікація чавунів: білі, сірі, половинчаті, високоміцні та ковкі. Їх будова, властивості, застосування. Вплив домішок на властивості чавунів. Маркування чавунів за стандартом. Леговані чавуни.

Лабораторна робота № 5

Мікроаналіз сірих, половинчатих, високоміцних, ковких чавунів

СРС Ливарні чавуни. Аналіз використання ливарних чавунів.

Лабораторна робота №5. Мікроаналіз сірих, половинчастих, ковких та високоміцних чавунів.

Тема 3.4 Кольорові метали та сплави.

Властивості міді і її використання у чистому вигляді. Сплави на основі міді: латуні і бронзи, їх склад, призначення і марки за ДЕСТом.

Властивості чистого алюмінію і його використання. Сплави алюмінію: літійні і що деформуються. їх призначення і марки за ДЕСТом. Термічна обробка алюмінієвих сплавів.

Особливості кольорових руд, методи їх збагачення, одержання міді пірометалургійним способом. Технологічний процес виробництва алюмінію: поняття про металургію інших металів (титану, магнію).

Коротко про теорію корозії. Корозійностійкі і жаростійкі сталі (хромисті сталі феритного і мартенситного класу, хромонікелеві - аустенітного класу). Поняття про жароміцність, жароміцні сталі (хромонікелеві, сілхроми, котельні), їх аналіз і використання на базі опорної схеми. Сплави на основі нікелю і хрому, тугоплавкі сплави.

Магнітотверді і магнітом'які сталі і матеріали. Сталі і сплави з високим опором. Сплави з особливими тепловими і пружними властивостями. Використання, властивості і марки сталей і сплавів, що перераховані.

СРС Титан і його сплави. Властивість і використання технічного титану. Сплави титану, класифікація. Термообробка, використання, маркування за ДЕСТом. Антифрикційні сплави, вимоги, які до них ставляться. Види антифрикційних сплавів. Баббіти на основі алюмінію, свинцю і цинку; антифрикційні чавуни.

Тема 3.5 Неметалеві конструкційні матеріали

Значення деревини у народному господарстві. Головні розрізи стовбура, макроструктура деревини. Річні кільця, серцевинні промені, судини, смоляні ходи. Механічні властивості деревини; властивості, які визначають її зовнішній вигляд; вологість. Види матеріалів з деревини: пиломатеріали, шпон, столярні плити, фанера, деревинно-стружкові плити, деревинно-волокнисті плити. Води деревини.

Пластичні маси та гума; технологія виробництва деталей і предметів побуту. Загальні відомості про пластмасу, будова полімерів. Реактивні пластмаси: гетінакс, текстоліт, волокніти, прес-порошки, компаунди; їх будова і властивості. Термопласти: поліетилен, полістирол, фторопласт та інші; їх властивості і будова. Способи одержання виробів з пластмаси.

Загальні властивості гуми, вихідний матеріал для її виробництва, значення у народному господарстві. Загальна технологія виробництва гумовиробів (на базі опорної схеми): каучук-пластифікація-формування-вулканізація. Основні види гуми загального і спеціального призначення.

Клеї. Лакофарбові матеріали. Склад і властивості мінералів. Короткі відомості про такі мінерали і матеріали: кварц, глину, азбест, кераміку, гіпс, напівпровідники, п'єзоелектрики, скло, папір, фібру; їх особливості і

використання.

Поняття про клеючі матеріали, технічні рідини, лакофарбові матеріали. Їх різновиди, характеристики, використання.

СРС Деревина і її властивості. Вироби з деревини. Мінерали і матеріали на їх основі.

Розділ 4. Технологія обробки металів і сплавів

Тема 4.1 Основи раціонального вибору заготовок.

Лабораторна робота №6.Наладка токарного верстата для обробки заданої деталі.

СРС Метод виконання заготовок для деталей машин визначається призначенням і конструкцією деталі, матеріалом, технічними вимогами, масштабом і серійністю випуску, а також економічністю виготовлення. Вибрати заготовку – значить встановити спосіб її отримання визначити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри і вказати допуски на неточність виготовлення.

Для раціонального вибору заготовки необхідно одночасно враховувати всі вказані вище вихідні дані, оскільки між ними існує тісний взаємозв'язок. Кінцеве рішення можна прийняти тільки після економічного комплексного розрахунку собівартості заготовки і механічної обробки в цілому.

При розробці ТП робиться короткий аналіз існуючого способу отримання заготовки на заводі. В аналізі повинні бути відображені: економічність способу в умовах заводу; технологічний процес отримання заготовки, який ілюструється ескізами; оснащеність технологічного процесу, елементи його механізації і автоматизації, якість заготовки, недоліки в технологічному процесі, причини браку і методи його усунення. Варто також виявити основні техніко-економічні показники процесу отримання заготовки на заводі: собівартість, відсоток використання матеріалу, трудомісткість і продуктивність на окремих операціях.

Перераховані фактори слід враховувати і при самостійній розробці заготовки на основі креслення деталі. Робота ведеться у такій послідовності: 1) вибирається вид заготовки з урахуванням факторів, що визначають експлуатаційні характеристики деталі, тип виробництва, економію металу та ін.; 2) на всі оброблювані поверхні призначаються, а на деякі – розраховуються аналітичним способом припуски на обробку; 3) виконується креслення заготовки і підраховується її маса; 4) розраховується вартість заготовки.

Іноді доцільно зробити зіставлення двох можливих способів отримання заготовки, як це робиться при порівнянні способу, що пропонується, з існуючим на заводі (з метою вибору оптимального).

Найбільш часто при проектуванні ТП застосовують заготовки із прокату, штамповані заготовки і відливки. Це визначається тою обставиною, що на ці види заготовок розроблені прејскуранти і методика техніко-економічного розрахунку вартості заготовок.

Тема 4.2 Обробка тиском.

Особливості пластичної деформації металів. Нагрівальні пристрої.

Фізична сутність пластичної деформації. Фактори, які впливають на пластичність металу. Вплив холодної і гарячої деформації на структуру і властивості металу. Температурний інтервал обробки тиском. Нагрівальні печі і електронагрівальні пристрої.

Сутність прокатки. Поздовжня, поперечна і коса прокатка. Будова і типи валків. Будова і типи прокатних станів. Загальна схема технологічного процесу у прокатних цехах. Сортамент прокатних виробів за ДЕСТом.

Сутність процесу волочіння. Волочильний інструмент і обладнання. Волочильні стани. Продукція, що виробляється. Вільна ковка, штампування і пресування металів.

Сутність процесу ковки, сфера використання. Основні операції вільної ковки. Ручна і машинна ковка, обладнання і інструмент, який використовується. Продукція. Види процесів штампування. Сутність, переваги і недоліки. Гаряче об'ємне штампування. Штампувальні молоти і преси. Обробні операції після об'ємного штампування. Холодне об'ємне і листове штампування, сфера використання, основні поділяючі і формозмінюючі операції. Інструмент і обладнання, які використовуються.

Сутність процесу пресування. Пряме і зворотне пресування. Обладнання і інструмент, продукція виробництва.

Практична робота №3. Розробка креслення штамповки за кресленням деталі.

Практична робота №4. Прокатні стани і їх використання (на базі опорної схеми)

СРС Фізичні основи обробки металів тиском.

Тема 4.3 Ливарне виробництво.

Загальні поняття про ливарне виробництво. Виробництво виливків у піщано-глиняних формах. Сутність ливарного виробництва і його роль у машинобудуванні. Формувальні і стержневі матеріали і суміші. Способи їх виготовлення. Оснастка для лиття у піщано-глиняні форми: опоки, моделі, стержневі ящики, модельні і координатні плити. Литникова система, прибуток. Послідовність технологічного процесу лиття у двох опоках. Способи машинного формування піщано-глиняних сумішей.

Класифікація спеціальних способів лиття. Лиття у кокіль. Обладнання і сфера використання. Техніко-економічні показники лиття у кокіль.

Центробіжне лиття. Машина для центробіжного лиття, його недоліки і переваги. Лиття під тиском. Сутність методу. Машина з холодною і гарячою камерою пресування. Переваги і недоліки лиття під тиском.

Лиття за моделями, що виплавляються. Виготовлення моделей і литтьових форм.

Сфера використання і матеріали оболонкових форм. Пристрої для виготовлення оболонок. Недоліки і переваги даного виду лиття.

Температура і терміни охолодження виливків. Способи їх добування. Вибивання виливків з форм і стержнів з виливків. Очищення виливків - сутність і способи. Оброблювання і зачитування виливків. Контроль якості у ливарному виробництві.

СРС Підготовка і заливання ливарних сплавів. Плавильні агрегати.

Практична робота № 4. Ознайомлення з технологією виробництва виливків у разові піщано-глиняні форми і спеціальними методами лиття.

Практична робота № 5. Розробка креслення виливка за кресленням деталі.

Тема 4.4 Зварювання і паяння металів.

Зварювальне виробництво. Загальні відомості про зварювання металів. Способи зварювання плавленням. Сутність з'єднання металів зваркою. Види зварки у залежності від температури нагрівання; фактори, що впливають на якість (схематично). Типи зварних швів і з'єднань. Ручна дугова зварка. Електроди і їх покриття. Автоматична зварка під шаром флюсу. Дугова зварка у середовищі захисних газів. Газова зварка і різання металів. Сфери використання способів, що перераховані. Плазмова і променева способи зварки, їх переваги.

Способи зварювання тиском.

Точкова і роликів (шовна) електрозварки. Різновиди стикової зварки. Дифузійна зварка у вакуумі. Термітна зварка. Машини і обладнання для зварки, режими.

Паяння металів. Контроль якості зварних з'єднань.

Фізична сутність процесу лаяння. Сфера використання, відмінність від зварки. Тверді і м'які припої, їх склад і марки за ДЕСТом, Флюси, їх призначення. Технологічний процес паяння м'яким і твердим припоєм.

Якість швів і зварних з'єднань. Основні види браку. Способи контролю зварних матеріалів і конструкцій. Механічні випробування і металографічні дослідження зварних з'єднань. Методи контролю: рентгенівський, ультразвуковий, магнітний та інші.

СРС Плазмова, електрошлакова, інші види зварки. Паяння металів. Контроль якості зварних з'єднань.

Тема 4.5 Порошкова металургія.

Металеві порошки. Виробництво деталей з порошків. Схема одержання виробів з порошків. Роль порошкової металургії у сучасній науці і техніці. Приклади найбільш характерних видів продукції порошкової металургії. Одержання і формування металічних порошків. Спікання.

ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Попович В.В., Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Підручник.- Львів: Світ, 2006. - 624 с.: Іл.
2. Кузьмин Б.А. та ін. Технологія металів і конструкційні матеріали: Підручник для машинобудівельних техніків / Під ред. Б.А. Кузьміна.- М.: Мангинобудівництво, 2009.
3. Никифоров В.М. Технологія металів і конструкційні матеріали: Підручник для машинобудівельних техніків. 7-е вид., перероб. доп. - Л.: Машинобудівництво, 2008.
4. Сомокоцький А.И., Кунявський М.Н. Лабораторні роботи по метало веденню та термічній обробці металів. Вид. 3-є. - М.: Машинобудівництво, 2009.
5. Кнорозов Б.В. Технологія металів і матеріалів. -М.: Металургія, 2010.

Додаткова

6. Методичні вказівки до лабораторних робіт з курсу Технологія конструкційних матеріалів для студентів спеціальності: 133 Галузеве машинобудування спеціалізації Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях.
7. Методичні вказівки до практичних робіт Технологія конструкційних матеріалів для студентів спеціальності: 133 Галузеве машинобудування спеціалізації Технологія обробки матеріалів на верстатах і автоматичних лініях.

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

1. конспект лекцій викладача;
2. навчальні відеофільми;
3. навчальні плакати;
4. методичний посібник для самостійної роботи студентів;
5. методичний посібник для практичних занять;
6. інструкції для виконання лабораторних робіт;
7. завдання для тестового контролю знань студентів;
8. завдання для виконання комплексної контрольної роботи.