



Різальний інструмент

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Освітня програма	Технології машинобудування
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/очна(вечірня)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	6 семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (всього загальний)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Данилова Л.М., Danylova.liudmyla@iit.kpi.ua Лабораторні: к.т.н., доц. Данилова Л.М., Danylova.liudmyla@iit.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/Njk4ODg4NzY3ODVa

Програма навчальної дисципліни

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

Дана дисципліна є основою для підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних вирішувати базові науково-технічні задачі в області конструкторсько-інструментального забезпечення машинобудівних виробництв, які виготовляють, експлуатують різні види інструменту, застосовують їх у різних видах обробки при виготовленні різних деталей, які використовуються у світовій практиці.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей розв'язання наступних типових задач: аналізувати вплив геометрії інструменту на процес оброблення деталей, їх точність і якість; визначати доцільний інструментальний матеріал і розуміти вплив методу оброблення на вибір інструментального матеріалу; визначати множину інструментів призначених для обробки заданої поверхні деталі. Фахово розумітись в наступних питаннях: ролі і значення геометрії і матеріалу в інструментальному забезпеченні технологічних процесів; класифікації стандартного інструменту; методах профілювання спеціального інструменту; загальних відомостей про способи формоутворення поверхонь деталей; способів надання поверхні деталі заданих властивостей при різноманітних процесах обробки; умов формоутворення поверхні деталі; загальних принципів побудови інструментального забезпечення верстатів з ЧПК і автоматичних ліній.

Також студент може професійно: вирішувати завдання, пов'язані з раціональною експлуатацією різальних інструментів у різних умовах виробництва; обґрунтовано обирати із набору стандартних необхідні різальні інструменти, виходячи із заданих вимог якості деталей та умов їх оброблення; проектувати фасонні різальні інструменти; проектувати процеси формоутворення складних поверхонь на верстатах з ЧПК, тобто вирішувати задачі визначення траєкторії руху інструмента відносно заготовки.

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

Для вивчення даної дисципліни необхідно вивчити наступні дисципліни: механіка-матеріалів і конструкцій, теорія-механізмів і машин, метрологія, стандартизація і сертифікація, технологія машинобудування, теорія різання.

Ця дисципліна є однією із базових дисциплін для дипломного проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Загальні положення конструювання різального інструмента					
<i>Тема 1.1.</i> Вступ. Роль і значення різальних інструментів в машинобудуванні. Матеріали, що застосовуються для різальних інструментів	3	2			1
<i>Тема 1. 2.</i> Основні принципи побудови конструкції різальних інструментів	3	2			1
Разом за розділом 1	6	4			2
Розділ 2. Інструменти загального призначення					
<i>Тема 2.1.</i> Різці	8	6			2
<i>Тема 2. 2.</i> Протяжки	3	2			1
<i>Тема 2.3.</i> Фрези	8	6			2
<i>Тема 2.4.</i> Інструменти для оброблення отворів	6	4			2
<i>Лабораторна робота 1</i>	4			2	2
<i>Лабораторна робота 2</i>	10			8	2
<i>Лабораторна робота 3</i>	10			8	2
<i>Лабораторна робота 4</i>	10			8	2
<i>Лабораторна робота 5</i>	4			2	2
<i>Лабораторна робота 7</i>	4			2	2
<i>Лабораторна робота 8</i>	4			2	2
<i>Контрольна робота 1</i>	2				2
<i>Контрольна робота 2</i>	2				2
<i>Контрольна робота 3</i>	2				2
<i>Контрольна робота 4</i>	2				2
Разом за розділом 2	79	18		32	29
Розділ 3. Інструменти для утворення складних поверхонь					
<i>Тема 3.1.</i> Інструменти для утворення різьб	6	4			2
<i>Тема 3.2.</i> Зуборізний інструмент	9	6			3
<i>Лабораторна робота 6</i>	4			2	2
<i>Лабораторна робота 9</i>	4			2	2
Разом за розділом 3	23	10		4	9
Розділ 4. Особливості інструментальних систем (оснащення) для автоматизованого машинобудування					

Тема 4.1. Загальні принципи побудови інструментального забезпечення верстатів з ЧПК і автоматичних ліній	3	2			1
Тема 4.2. Різальний інструмент для верстатів з ЧПК	3	2			1
Разом за розділом 4	6	4			2
Залік	6				6
Всього годин	120	36		36	48

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна:

1. Верстатний різальний інструмент [Текст] : навч. посіб. для студентів, які навчаються за напрямом підгот. 6.050501 "Прикладна механіка", 6.050502 "Інженерна механіка", 6.050503 "Машинобудування", 6.010104 "Професійна освіта. Машинобудування" усіх форм навчання / [В. М. Гарнець та ін.] ; Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. - 2-ге вид., допр. і допов. - Київ : КНУБА, 2016. - 99 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 95. - 50 прим.
2. Гарнець В.М. Верстатний різальний інструмент [Текст] : навч. посіб. для студ. вищих навч. закл., які навчаються за спец. "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і обладнання" / В. М. Гарнець [и др.] ; Київський національний ун-т будівництва і архітектури. - К. : КНУБА, 2003. - 83 с.: рис., табл. - Бібліогр.: с. 79. - ISBN 966-627-090-0
3. Кукляк М.Л. Металорізальні інструменти : навч. посіб. / М.Л. Кукляк, І.С. Афтаназів, І.І. Юрчишин. – Львів : вид-во НУ «Львівська політехніка», 2003.– 556 с.
4. Металорізальні інструменти: підручник / Равська Н. С. - Житомир: ЖДТУ, 2016. – 612 с.
5. Металорізальні інструменти : навчальний посібник / С. В. Швець. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 272 с.
6. Скочко Є.В. Різальні інструменти. - Житомир, ЖІТІ, 2000. – 208 с.
7. Стискін Г.М. та ін. Інструменти для механічної обробки матеріалів. – Львів, 2000.– 497с.
8. Швець С.В. Металорізальні інструменти: Навчальний посібник. - Суми: Вид-во СумДУ, 2007. - 185 с.

Додаткова:

9. Короткі історичні відомості про розвиток верстатобудування та інструментального виробництва [Електронний ресурс] // кафедра машинобудування та прикладної механіки. – 2016. – Режим доступу до ресурсу:<http://mpt.snu.edu.ua/machine-tool-history-uk/>.
10. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Різання матеріалів - Різальний інструмент» для студентів спеціальності «Прикладна механіка» підготовки бакалаврів / Укл. Л.М. Данилова, – Київ: НТУУ«КПІ», 2017. – 47с.
11. Різальний інструмент. Методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів напряму підготовки 6.050502 "Інженерна механіка", спеціальностей 131 "Прикладна механіка" та 133 "Галузеве машинобудування" / Укл.: О.В.Лисенко, В.М.Лисенко. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 96 с
12. Розвиток промисловості України у 50-х - 60-х роках ХХ ст. [Електронний ресурс] // ОСВІТА.UA. – 2009. – Режим доступу до ресурсу: <https://osvita.ua/vnz/reports/history/4013/>.
13. Теорія формоутворення поверхонь – 1. Засоби обробленням різанням [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія

машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Л.М. Данилова. – Електронні текстові данні (1 файл: 14,254 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 133 с.

14. Фрезерування і фрезерна обробка металу: з ЧПУ і без, технологія і відео [Електронний ресурс] // PORADUM.COM - Поради на кожен день. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://poradum.com/remont/frezeruvannya-i-frezerna-obrobka-metalu-z-chpu-i-bez-texnologiya-ivideo.html>.

15. Швець С.В. Ш 35 Основи формоутворення поверхонь різанням: навч. посіб. / С.В.Швець. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 127 с.

16. 3D фрезерування і верстат фрезерний з чпу [Електронний ресурс] // Брендінгове агентство KOLORO. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <https://koloro.ua/ua/blog/3d-tekhnologii/3d-frezerovanie-i-stanok-frezernyj-s-chpu.html>.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Надається інформація (за розділами, темами) про всі навчальні заняття (лекції, практичні, семінарські, лабораторні) та надаються рекомендації щодо їх засвоєння (наприклад, у формі календарного плану чи деталізованого опису кожного заняття та запланованої роботи).

5.1. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p><i>Тема 1.1. Вступ. Роль і значення різальних інструментів в машинобудуванні</i> <i>Лекція.1. Класифікація інструментів. Матеріали для різальних інструментів.</i></p> <p>Матеріали, що застосовуються для різальних інструментів.</p> <p>Визначення, призначення, і класифікація різальних інструментів. Значення різального інструмента в забезпеченні процесу оброблення матеріалів різанням. Розвиток і сучасний стан інструментальної промисловості і виробництва інструментів..</p> <p>Вимоги до різальних інструментів, що забезпечують високу продуктивність, точність і якість оброблених деталей. Додаткові вимоги до інструментів для верстатів з ЧПУ і автоматизованих виробництв.</p> <p><i>Література: [1, 2].</i></p>
2	<p><i>Тема 1. 2. Основні принципи побудови конструкції різальних інструментів</i> <i>Лекція 2. Принципи побудови конструкції різальних інструментів.</i></p> <p>Загальні принципи роботи різальних інструментів і їх конструкції. Службове призначення різальних інструментів. Інструменти універсального, напівуніверсального і спеціального призначення. Основні частини інструмента – робоча й кріпильна, їх геометричні і конструктивні елементи. Специфічні вимоги до інструментів для автоматизованого виробництва.</p> <p>Інструменти складеної і збірної конструкції. Види кріплення робочих елементів, типові конструкції.</p> <p>Забезпечення високої продуктивності, необхідної точності і якості обробленої поверхні. Обґрунтування геометричних і математичне визначення конструктивних параметрів інструментів.</p> <p><i>Література: [1, 7].</i></p>
3	<p><i>Тема2.1. Різці</i> <i>Лекція 3. Типи і призначення різців.</i></p> <p>Типи і призначення різців. Основні положення конструювання. Конструктивне виконання різальної частини. Геометричні параметри. Заходи щодо поліпшення</p>

	<p>відводу стружки.</p> <p>Різці твердосплавні: напаяні, збірні, з багатограними непероточуваними пластинами твердого сплаву, для тонкого точіння, алмазні, зі штучними надтвердими матеріалами. Конструкції кріплень таких пластин. Особливості вибору пластин, матеріалу і кріплень.</p> <p>Особливості конструкції відрізних і стругальних різців.</p> <p><i>Література:</i> [1, 2, 3, 4, 7].</p>
4	<p><i>Тема 2.1. Різці</i></p> <p><i>Лекція 4. Фасонні різці з осьовою подачею.</i></p> <p>Фасонні різці. Профілювання та вибір геометричних параметрів фасонних різців (призматичних і дискових). Похибки профілю деталі при оброблюванні фасонними різцями й способи їхнього зменшення. <i>Література:</i> [1, 2, 3, 4, 7].</p>
5	<p><i>Тема 2.1. Різці</i></p> <p><i>Лекція 5. Фасонні різці з тангенціальною подачею.</i></p> <p>Призматичні різці з тангенціальною подачею, особливості їхньої роботи, профілювання, розрахунок профілю, геометричні параметри, їх вплив на точність оброблення, розрахунок параметру впливу на точність оброблення. Корекційні розрахунки фасонних різців, призначення допусків.</p> <p><i>Література:</i> [1, 2, 3, 4, 7].</p>
6	<p><i>Тема 2. 2. Протяжки</i></p> <p><i>Лекція 6. Протяжки.</i></p> <p>Принцип роботи протяжок, галузі й економічна ефективність їх застосування. Конструкція і загальні конструктивні елементи. Робоча частина. Схеми різання, їх особливості реалізації в типових конструкціях протяжок і в утворенні поверхні деталі. Розрахунок і вибір елементів різальної частини протяжки: кроку зубів, форми і розміру зубів і западин, припуску під протягування, числа зубів, довжини різальної частини.</p> <p>Частина протяжки, що калібрує, її призначення, форма і розміри. Умови забезпечення необхідних розмірів і якості поверхні деталі. Визначення виконавчих розмірів.</p> <p>Особливості конструкції і розрахунку окремих видів протяжок. Протяжки круглі з різними схемами різання, шліцьові, багатогранні, шпонкові. Конструкції збірних протяжок і протяжок, що оснащені пластинами з твердого сплаву. Конструктивні відмінності протяжок для автоматизованого виробництва.</p> <p>Протяжки зовнішні, їхнє застосування. Схеми різання і формоутворення. Розміщення секцій на інструментальній плиті, їхнє кріплення і регулювання. Приклади конструкцій зовнішніх протяжок, у тому числі з багатограними пластинами з твердого сплаву.</p> <p>Оптимізація геометричних параметрів протяжки для різних умов. Критерії оптимізації.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>
7	<p><i>Тема 2.3. Фрези</i></p> <p><i>Лекція 7. Типи фрез.</i></p> <p>Визначення, призначення і типи фрез. Кінематика процесу фрезерування. Загальні положення визначення конструкцій і конструктивних елементів циліндричних, торцевих і дискових фрез: форми зуба і западини, геометричні параметри посадкового отвору, зовнішнього діаметра, напрямки розвитку конструкцій фрез.</p> <p>Фрези збірної конструкції. Особливості кріплення різальних елементів, достоїнства і недоліки окремих конструкцій, їхня економічність. Фрези з багатограними непероточуваними пластинами твердосплавними і із надтвердих матеріалів. <i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>

8	<p><i>Тема 2.3. Фрези</i> <i>Лекція 8. Затилвані фрези.</i></p> <p>Фрези фасонні, їхнє призначення. Фрези затилвані, форма задньої поверхні, методи і напрямки затилування. Визначення конструктивних розмірів. Геометричні параметри. Розрахунок параметру затилування, корекція при двосторонньому затилуванні. <i>Література:</i>[1, 2, 3, 5].</p>
9	<p><i>Тема 2.3. Фрези</i> <i>Лекція 9. Вибір і розрахунок геометричних і конструктивних параметрів фрез.</i></p> <p>Фрези фасонні гострозаточені, їхні переваги, конструкції, геометрія різальних кромок Умови вибору діаметра, числа і форми зубів; математичне визначення умови рівномірності фрезерування. <i>Література:</i>[1, 2, 3, 5, 7].</p>
10	<p><i>Тема 2.4. Інструменти для оброблення отворів</i> <i>Лекція 10. Свердла.</i></p> <p>Загальні положення побудови конструкції інструментів для оброблення отворів. Особливості умов їхньої роботи і вплив їх на конструктивні і геометричні параметри інструмента. Інструменти для збільшення діаметра отворів і для оброблення отворів у суцільному матеріалі. Інструменти універсального і спеціального призначення. Розрахунок допусків виконавчих розмірів. Види інструментів і напрямки розвитку їхніх конструкцій.</p> <p>Свердла спіральні (конструкція, геометрія різальних кромок), методи поліпшення конструктивних, геометричних і експлуатаційних параметрів. Конструктивні особливості окремих видів свердел; свердла твердосплавні, для глибокого свердління, для кільцевого свердління, свердла алмазні. <i>Література:</i>[1, 2, 3, 6, 7].</p>
11	<p><i>Тема 2.4. Інструменти для оброблення отворів</i> <i>Лекція 11. Зенкери, розвертки.</i></p> <p>Зенкери. Конструктивні особливості, геометричні параметри; визначення діаметра частини, що калібрує. Збірні конструкції, зенкери твердосплавні.</p> <p>Розвертки, їхні типи, застосування, конструктивні особливості. Стандартизація розмірів, забезпечення розміру і якості обробленої поверхні отвору. Розвертки регульовані, цільні і збірні, твердосплавні. Методи кріплення на верстаті.</p> <p>Розточувальні різці, пластини, блоки, головки, їхня конструкція, методи кріплення і регулювання, геометричні параметри. Інструменти з багатограними твердосплавними пластинами. Мікробори. Різці для тонкого розточування з різальною частиною з НТМ.</p> <p>Комбіновані інструменти цільні і збірні. <i>Література:</i>[1, 2, 3, 6].</p>
12	<p><i>Тема 3.1. Інструменти для утворення різьб</i> <i>Лекція 12. Різьбові різці, гребінки, мітчики.</i></p> <p>Загальні положення і принципи роботи різьбових інструментів. Кінематика процесу оброблення. Інструменти універсального, напівуніверсального і спеціального призначення. Різальні і калібрувальні частини, їх призначення, конструкція, схеми різання. Положення передньої поверхні і напрямку сходу стружки. Види різьбових інструментів, ефективність їхнього застосування.</p> <p>Різьбові різці і гребінки, їхня конструкція. Положення передньої поверхні і напрямку витків гребінки, вплив на точність профілю різьби і геометричні параметри.</p> <p>Мітчики, їхні види і призначення, умови роботи й елементи конструкції. Конструкція різальної і калібрувальної частини.</p> <p>Особливості конструкції мітчиків різних типів: гайкових, машинних, машино-</p>

	<p>ручних, плашкових, маточних, безканавочних, комплектних, твердосплавних. Розподіл роботи різання і розрахунок розмірів різьб комплектних мітчиків. Мітчики збірної конструкції. Удосконалювання конструкцій мітчиків. Мітчики що видавлюють.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>
13	<p><i>Тема 3.1. Інструменти для утворення різьб</i> <i>Лекція 13. Плашки, різьбові фрези, різьбонакатні інструменти.</i></p> <p>Круглі плашки, їхня конструкція, форма передньої поверхні, кути різання. Різьбові фрези, їхні типи. Фрези дискові і гребінчасті, їхнє призначення, особливості конструкції.</p> <p>Різьбонаарізні головки, призначення, типи, ефективність застосування. Конструкції головок із круглими гребінками для зовнішнього нарізання. Основні механізми головок. Конструкції гребінок і їх установа в голівці, геометричні параметри.</p> <p>Різьбонакатні інструменти, їхнє призначення переваги, типи, ефективність застосування. Принцип роботи інструментів і конструктивні відмінності їхніх робочих елементів у залежності від напрямку подачі – радіальної, тангенціальної, осьової. Схеми утворення різьб. Конструкція різьбонакатних плашок і роликів. Конструкція різьбонакатних головок, вимоги до них, основні механізми, умови налагодження методи регулювання і забезпечення точності і якості утвореної різьби.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>
14	<p><i>Тема 3.2. Зуборізний інструмент</i> <i>Лекція 14. Інструменти для утворення зубів циліндричних коліс.</i></p> <p>Типи зуборізних інструментів, їхнє застосування й ефективність. Початковий контур зубчастої й інструментальної рейки.</p> <p>Інструменти, що працюють за методом копіювання, їхнє призначення. Дискові зуборізні фрези для остаточного й попереднього оброблення. Пальцеві фрези, зуборізні головки, протяжки для зубчастих коліс зовнішнього і внутрішнього зачеплення.</p> <p>Інструменти, що працюють за методом обгинання. Основні принципи роботи інструментів, що обкатуються, їхні переваги, недоліки, ефективність, якість одержуваних деталей. Види зуборізних інструментів, що обкатуються і їхнє застосування.</p> <p>Гребінки зубостругальні, їхні типи, конструкція, визначення розмірів профілю зубів, геометричні параметри.</p> <p>Черв'ячні зуборізні фрези. Принцип роботи. Утворення обробленої поверхні, огранювання і хвилястість на утворених поверхнях зубів. Конструкція фрез і визначення конструктивних параметрів (діаметра, довжини, числа і розмірів зубів, напрямки канавок, геометричних параметрів і форми задньої поверхні зуба).</p> <p>Основні норми точності на черв'ячні фрези. Збірні конструкції фрез, їхня ефективність. Шляхи удосконалювання конструкцій черв'ячних фрез – фрези з диференційованою схемою різання й зміненими розмірами зубів, зі зміненими кутами профілю, твердосплавні, оснащені НТМ, з незатилованими зубами. Чистові черв'ячні фрези – шевери, їхнє застосування і конструкція. Однозубі фрези – летючки.</p> <p>Зуборізні довбачі, принцип роботи, їхні типи. Конструкція, зміна висотної корекції по довжині зубів довбача для утворення задніх кутів; геометричні параметри. Величина вихідної відстані, його призначення, вплив на працездатність – експлуатаційні показники і конструкцію довбача. Удосконалення й особливості окремих конструкцій довбачів – збірні, твердосплавні й ін.</p> <p>Шевери, їхні типи, призначення, ефективність, принцип роботи, параметри установа й основні кінематичні співвідношення Удосконалення конструкцій</p>

	<p>шеверів – однопрохідні, зі зміною напрямку подачі й ін. Невиправні похибки оброблення зуборізними інструментами. Їх визначення, зменшення і методи усунення. <i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>
15	<p><i>Тема 3.2. Зуборізний інструмент</i> <i>Лекція 15. Інструменти для утворення зубів конічних коліс.</i> Плоске й плоско–вершинне колесо, що створює, як геометрична основа формоутворення зубів конічного колеса, інструменту і методу оброблення. Кінематика процесів оброблення. Види інструментів для оброблення коліс із прямими і криволінійними зубами. Інструменти для нарізання прямозубих коліс. Зубостругальні різці. Принцип роботи, конструкція, основні розміри, геометрія різальних кромки. Фрези і зуборізні головки, їхня конструкція, галузь застосування і переваги. Кругові протяжки, сутність методу, галузь застосування, конструкції, геометрія і профіль зубів. Зуборізні головки для нарізування коліс із круговими зубами, сутність методу і способи нарізування зубів. Конструкція і геометрія різців. Поліпшення конструкцій і нові види зуборізних головок твердосплавними різцями, дворядні зуборізні головки. Конічні черв'ячні фрези, їхнє призначення, принцип роботи, конструкція і визначення основних конструктивних елементів фрез. <i>Дидактичні засоби:</i> слайди, роздавальний матеріал. <i>Література:</i>[1, 2, 3, 9].</p>
16	<p><i>Тема 3.2. Зуборізний інструмент</i> <i>Лекція 16. Інструменти, що обкатуються для деталей складного профілю.</i> Типи деталей, оброблюваних інструментами, що обкатуються. Кінематика робочих процесів оброблення. Умови формоутворення поверхні методом обгинання і можливості оброблення деталей. Основні положення визначення профілю різальної кромки інструмента. <i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>
17	<p><i>Тема 4.1. Загальні принципи побудови інструментального забезпечення верстатів зі ЧПК і автоматичних ліній</i> <i>Лекція 17. Інструментальне забезпечення верстатів зі ЧПУ і автоматичних ліній.</i> Ефективність експлуатації верстатів зі ЧПУ. Уніфікація систем допоміжного інструменту. <i>Література:</i> [1, 2, 7].</p>
18	<p><i>Тема 4.2. Різальний інструмент для верстатів зі ЧПУ</i> <i>Лекція 18. Інструментальне забезпечення верстатів зі ЧПУ і автоматичних ліній.</i> Структура і схема інструментального оснащення, що забезпечує необхідну точність і якість оброблення деталей, підвищення економічної швидкості різання і зниження простоїв устаткування через випадкові виходи інструмента із строю. Швидкозмінні інструменти, що настроюються на розмір поза верстатом. Додаткові вимоги до них. Типові конструкції і їхній аналіз. Методи збільшення розмірної стійкості інструмента і підвищення точності утворених поверхонь деталі. Механізми автоматичної заміни інструмента і підналагодження його робочої частини на розмір. Автоматизація заміни зношених ділянок різальної крайки. Приклади конструктивних рішень і їхня ефективність. Основні види допоміжного оснащення для насадного інструмента, кінцевого і призматичного. Базування інструментів, типізація базових поверхонь; вплив на точність позиціювання і твердість інструмента. Підсистема допоміжних інструментів для верстатів зі ЧПУ. <i>Література:</i> [1, 7].</p>

Основні завдання циклу лабораторних занять практична перевірка і закріплення знань, які отримували на лекційних заняттях.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Дослідження конструкції і геометричних параметрів токарних різців. Присвячена вивченню теми 2.1.	2
2	Заточування різців по передній і задній площинах. Аналітичне і геометричне визначення кутів установлення при заточуванні різців по передній і задній площинах. Присвячена вивченню теми 2.1.	8
3	Заточування фрез. Вивчення геометрії фрез. Заточування фрез при установленні на визначені кути обертання вузлів пристрою. Присвячена вивченню теми 2.3.	8
4	Заточування свердел по двом площинам. Присвячена вивченню теми 2.4.	8
5	Дослідження геометрії спіральних свердел. Присвячена вивченню теми 2.4.	2
6	Заточування мітчиків. Аналітичне і геометричне визначення положення заточуваної поверхні мітчика. Присвячена вивченню теми 3.1.	2
7	Вибір різального токарного інструмента для оброблення деталі заданого профілю. Присвячена вивченню теми 2.1.	2
8	Вибір різального фрезерного інструмента для оброблення деталі заданого профілю. Присвячена вивченню теми 2.3.	2
9	Вибір різьбонарізного інструмента. Присвячена вивченню теми 3.1.	2

5.3 Практичні заняття

Не передбачено.

5.4. Індивідуальні завдання

Не передбачено.

5.5. Контрольні роботи

Передбачено виконання чотирьох контрольних робіт:

КР 1 – Тема 2.1.: Профілювання призматичного фасонного різця з радіальною подачею.

КР 2 – Тема 2.1.: Профілювання круглого фасонного різця.

КР 3 – Тема 2.1.: Профілювання призматичного фасонного різця з тангенціальною подачею.

КР 4 – Тема 2.4.: Профілювання профілю радіального перерізу гвинтової канавки спірального свердла.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, при підготовці до аудиторних занять	Кількість годин СРС
1	Тема 1.1. Вступ. Роль і значення різальних інструментів в машинобудуванні Лекція.1. Класифікація інструментів. Матеріали для різальних	1

	<p><i>інструментів.</i></p> <p>Матеріали, що застосовуються для різальних інструментів.</p> <p>Визначення, призначення, і класифікація різальних інструментів. Значення різального інструмента в забезпеченні процесу оброблення матеріалів різанням. Розвиток і сучасний стан інструментальної промисловості і виробництва інструментів..</p> <p>Вимоги до різальних інструментів, що забезпечують високу продуктивність, точність і якість оброблених деталей. Додаткові вимоги до інструментів для верстатів з ЧПУ і автоматизованих виробництв.</p> <p><i>Література: [1, 2].</i></p>	
2	<p><i>Тема 1. 2. Основні принципи побудови конструкції різальних інструментів</i></p> <p><i>Лекція 2. Принципи побудови конструкції різальних інструментів.</i></p> <p>Загальні принципи роботи різальних інструментів і їх конструкції. Службове призначення різальних інструментів. Інструменти універсального, напівуніверсального і спеціального призначення. Основні частини інструмента – робоча й кріпильна, їх геометричні і конструктивні елементи. Специфічні вимоги до інструментів для автоматизованого виробництва.</p> <p>Інструменти складеної і збірної конструкції. Види кріплення робочих елементів, типові конструкції.</p> <p>Забезпечення високої продуктивності, необхідної точності і якості обробленої поверхні. Обґрунтування геометричних і математичне визначення конструктивних параметрів інструментів.</p> <p><i>Література: [1, 6, 7].</i></p>	1
3	<p><i>Тема2.1. Різці</i></p> <p><i>Лекція 3. Типи і призначення різців.</i></p> <p>Типи і призначення різців. Основні положення конструювання. Конструктивне виконання різальної частини. Геометричні параметри. Заходи щодо поліпшення відводу стружки.</p> <p>Різці твердосплавні: напаяні, збірні, з багатограними непероточуваними пластинами твердого сплаву, для тонкого точіння, алмазні, зі штучними надтвердими матеріалами. Конструкції кріплень таких пластин. Особливості вибору пластин, матеріалу і кріплень.</p> <p>Особливості конструкції відрізних і стругальних різців.</p> <p><i>Література: [1, 2, 3, 4, 7].</i></p>	1
4	<p><i>Тема2.1. Різці</i></p> <p><i>Лекція 4. Фасонні різці з осьовою подачею.</i></p> <p>Фасонні різці. Профілювання та вибір геометричних параметрів фасонних різців (призматичних і дискових). Похибки профілю деталі при оброблюванні фасонними різцями й способи їхнього зменшення.</p> <p><i>Література: [1, 2, 3, 4, 7].</i></p>	0,5
5	<p><i>Тема2.1. Різці</i></p> <p><i>Лекція 5. Фасонні різці з тангенціальною подачею.</i></p> <p>Призматичні різці з тангенціальною подачею, особливості їхньої роботи, профілювання, розрахунок профілю, геометричні параметри, їх вплив на точність оброблення, розрахунок параметру впливу на точність оброблення. Корекційні розрахунки фасонних різців,</p>	0,5

	<p>призначення допусків. Література: [1, 2, 3, 4, 7].</p>	
6	<p><i>Тема 2.2. Протяжки</i> <i>Лекція 6. Протяжки.</i></p> <p>Принцип роботи протяжок, галузі й економічна ефективність їх застосування. Конструкція і загальні конструктивні елементи. Робоча частина. Схеми різання, їх особливості реалізації в типових конструкціях протяжок і в утворенні поверхні деталі. Розрахунок і вибір елементів різальної частини протяжки: кроку зубів, форми і розміру зубів і западин, припуску під протягування, числа зубів, довжини різальної частини.</p> <p>Частина протяжки, що калібрує, її призначення, форма і розміри. Умови забезпечення необхідних розмірів і якості поверхні деталі. Визначення виконавчих розмірів.</p> <p>Особливості конструкції і розрахунку окремих видів протяжок. Протяжки круглі з різними схемами різання, шліцьові, багатогранні, шпонкові. Конструкції збірних протяжок і протяжок, що оснащені пластинами з твердого сплаву. Конструктивні відмінності протяжок для автоматизованого виробництва.</p> <p>Протяжки зовнішні, їхнє застосування. Схеми різання і формоутворення. Розміщення секцій на інструментальній плиті, їхнє кріплення і регулювання. Приклади конструкцій зовнішніх протяжок, у тому числі з багатогранними пластинами з твердого сплаву.</p> <p>Оптимізація геометричних параметрів протяжки для різних умов. Критерії оптимізації. Література:[1, 2, 3].</p>	1
7	<p><i>Тема 2.3. Фрези</i> <i>Лекція 7. Типи фрез.</i></p> <p>Визначення, призначення і типи фрез. Кінематика процесу фрезерування. Загальні положення визначення конструкцій і конструктивних елементів циліндричних, торцевих і дискових фрез: форми зуба і западини, геометричні параметри посадкового отвору, зовнішнього діаметра, напрямки розвитку конструкцій фрез.</p> <p>Фрези збірної конструкції. Особливості кріплення різальних елементів, достоїнства і недоліки окремих конструкцій, їхня економічність. Фрези з багатогранними непереточуваними пластинами твердосплавними і із надтвердих матеріалів. Література: [1, 2, 3].</p>	1
8	<p><i>Тема 2.3. Фрези</i> <i>Лекція 8. Затіловані фрези.</i></p> <p>Фрези фасонні, їхнє призначення. Фрези затіловані, форма задньої поверхні, методи і напрямки затілування. Визначення конструктивних розмірів. Геометричні параметри. Розрахунок параметру затілування, корекція при двосторонньому затілуванні. Література:[1, 2, 3, 5].</p>	0,5
9	<p><i>Тема 2.3. Фрези</i> <i>Лекція 9. Вибір і розрахунок геометричних і конструктивних параметрів фрез.</i></p> <p>Фрези фасонні гострозаточені, їхні переваги, конструкції, геометрія різальних кромки Умови вибору діаметра, числа і форми зубів; математичне визначення умови рівномірності фрезерування. Література:[1, 2, 3, 5, 7].</p>	0,5

10	<p><i>Тема 2.4. Інструменти для оброблення отворів</i> <i>Лекція 10. Свердла.</i></p> <p>Загальні положення побудови конструкції інструментів для оброблення отворів. Особливості умов їхньої роботи і вплив їх на конструктивні і геометричні параметри інструмента. Інструменти для збільшення діаметра отворів і для оброблення отворів у суцільному матеріалі. Інструменти універсального і спеціального призначення. Розрахунок допусків виконавчих розмірів. Види інструментів і напрямки розвитку їхніх конструкцій.</p> <p>Свердла спіральні (конструкція, геометрія різальних кромки), методи поліпшення конструктивних, геометричних і експлуатаційних параметрів. Конструктивні особливості окремих видів свердел; свердла твердосплавні, для глибокого свердління, для кільцевого свердління, свердла алмазні.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3, 6, 7].</p>	1
11	<p><i>Тема 2.4. Інструменти для оброблення отворів</i> <i>Лекція 11. Зенкери, розвертки.</i></p> <p>Зенкери. Конструктивні особливості, геометричні параметри; визначення діаметра частини, що калібрує. Збірні конструкції, зенкери твердосплавні.</p> <p>Розвертки, їхні типи, застосування, конструктивні особливості. Стандартизація розмірів, забезпечення розміру і якості обробленої поверхні отвору. Розвертки регульовані, цільні і збірні, твердосплавні. Методи кріплення на верстаті.</p> <p>Розточувальні різці, пластини, блоки, головки, їхня конструкція, методи кріплення і регулювання, геометричні параметри. Інструменти з багатограничними твердосплавними пластинами. Мікробори. Різці для тонкого розточування з різальною частиною з НТМ.</p> <p>Комбіновані інструменти цільні і збірні.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3, 6].</p>	1
12	<p><i>Тема 3.1. Інструменти для утворення різьб</i> <i>Лекція 12. Різьбові різці, гребінки, мітчики.</i></p> <p>Загальні положення і принципи роботи різьбових інструментів. Кінематика процесу оброблення. Інструменти універсального, напівуніверсального і спеціального призначення. Різальні і калібрувальні частини, їх призначення, конструкція, схеми різання. Положення передньої поверхні і напрямку сходу стружки. Види різьбових інструментів, ефективність їхнього застосування.</p> <p>Різьбові різці і гребінки, їхня конструкція. Положення передньої поверхні і напрямку витків гребінки, вплив на точність профілю різьби і геометричні параметри.</p> <p>Мітчики, їхні види і призначення, умови роботи й елементи конструкції. Конструкція різальної і калібрувальної частини.</p> <p>Особливості конструкції мітчиків різних типів: гайкових, машинних, машино-ручних, плашкових, маточних, безканавочних, комплектних, твердосплавних. Розподіл роботи різання і розрахунок розмірів різьб комплектних мітчиків. Мітчики збірної конструкції. Удосконалювання конструкцій мітчиків. Мітчики що видавлюють.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>	1
13	<p><i>Тема 3.1. Інструменти для утворення різьб</i> <i>Лекція 13. Плашки, різьбові фрези, різьбонакатні інструменти.</i></p>	1

	<p>Круглі плашки, їхня конструкція, форма передньої поверхні, кути різання.</p> <p>Різьбові фрези, їхні типи. Фрези дискові і гребінчасті, їхнє призначення, особливості конструкції.</p> <p>Різьбонаарізні головки, призначення, типи, ефективність застосування. Конструкції головок із круглими гребінками для зовнішнього нарізання. Основні механізми головок. Конструкції гребінок і їх установа в голівці, геометричні параметри.</p> <p>Різьбонакатні інструменти, їхнє призначення переваги, типи, ефективність застосування. Принцип роботи інструментів і конструктивні відмінності їхніх робочих елементів у залежності від напрямку подачі – радіальної, тангенціальної, осьової. Схеми утворення різьб. Конструкція різьбонакатних плашок і роликів. Конструкція різьбонакатних головок, вимоги до них, основні механізми, умови налагодження методи регулювання і забезпечення точності і якості утвореної різьби.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>	
14	<p><i>Тема 3.2. Зуборізний інструмент</i></p> <p><i>Лекція 14. Інструменти для утворення зубів циліндричних коліс.</i></p> <p>Типи зуборізних інструментів, їхнє застосування й ефективність. Початковий контур зубчастої й інструментальної рейки.</p> <p>Інструменти, що працюють за методом копіювання, їхнє призначення. Дискові зуборізні фрези для остаточного й попереднього оброблення. Пальцеві фрези, зуборізні головки, протяжки для зубчастих коліс зовнішнього і внутрішнього зачеплення.</p> <p>Інструменти, що працюють за методом обгинання. Основні принципи роботи інструментів, що обкатуються, їхні переваги, недоліки, ефективність, якість одержуваних деталей. Види зуборізних інструментів, що обкатуються і їхнє застосування.</p> <p>Гребінки зубостругальні, їхні типи, конструкція, визначення розмірів профілю зубів, геометричні параметри.</p> <p>Черв'ячні зуборізні фрези. Принцип роботи. Утворення обробленої поверхні, огранювання і хвилястість на утворених поверхнях зубів. Конструкція фрез і визначення конструктивних параметрів (діаметра, довжини, числа і розмірів зубів, напрямки канавок, геометричних параметрів і форми задньої поверхні зуба).</p> <p>Основні норми точності на черв'ячні фрези. Збірні конструкції фрез, їхня ефективність. Шляхи удосконалювання конструкцій черв'ячних фрез – фрези з диференційованою схемою різання й зміненими розмірами зубів, зі зміненими кутами профілю, твердосплавні, оснащені НТМ, з незатілованими зубами. Чистові черв'ячні фрези – шевери, їхнє застосування і конструкція. Однозубі фрези – летючки.</p> <p>Зуборізні довбачі, принцип роботи, їхні типи. Конструкція, зміна висотної корекції по довжині зубів довбача для утворення задніх кутів; геометричні параметри. Величина вихідної відстані, його призначення, вплив на працездатність – експлуатаційні показники і конструкцію довбача. Удосконалення й особливості окремих конструкцій довбачів – збірні, твердосплавні й ін.</p> <p>Шевери, їхні типи, призначення, ефективність, принцип роботи, параметри установа й основні кінематичні співвідношення</p>	1

	<p>Удосконалення конструкцій шеверів – однопрохідні, зі зміною напрямку подачі й ін.</p> <p>Невиправні похибки оброблення зуборізними інструментами. Їх визначення, зменшення і методи усунення.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>	
15	<p><i>Тема 3.2. Зуборізний інструмент</i></p> <p><i>Лекція 15. Інструменти для утворення зубів конічних коліс.</i></p> <p>Плоске й плоско-вершинне колесо, що створює, як геометрична основа формоутворення зубів конічного колеса, інструменту і методу оброблення. Кінематика процесів оброблення. Види інструментів для оброблення коліс із прямими і криволінійними зубами.</p> <p>Інструменти для нарізання прямозубих коліс. Зубостругальні різці. Принцип роботи, конструкція, основні розміри, геометрія різальних кромок. Фрези і зуборізні головки, їхня конструкція, галузь застосування і переваги. Кругові протяжки, сутність методу, галузь застосування, конструкції, геометрія і профіль зубів.</p> <p>Зуборізні головки для нарізування коліс із круговими зубами, сутність методу і способи нарізування зубів. Конструкція і геометрія різців. Поліпшення конструкцій і нові види зуборізних головок твердосплавними різцями, дворядні зуборізні головки.</p> <p>Конічні черв'ячні фрези, їхнє призначення, принцип роботи, конструкція і визначення основних конструктивних елементів фрез.</p> <p>Дидактичні засоби: слайди, роздавальний матеріал.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3, 9].</p>	1
16	<p><i>Тема 3.2. Зуборізний інструмент</i></p> <p><i>Лекція 16. Інструменти, що обкатуються для деталей складного профілю.</i></p> <p>Типи деталей, оброблюваних інструментами, що обкатуються. Кінематика робочих процесів оброблення. Умови формоутворення поверхні методом обгинання і можливості оброблення деталей. Основні положення визначення профілю різальної кромки інструмента.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>	1
17	<p><i>Тема 4.1. Загальні принципи побудови інструментального забезпечення верстатів зі ЧПК і автоматичних ліній</i></p> <p><i>Лекція 17. Інструментальне забезпечення верстатів зі ЧПУ і автоматичних ліній.</i></p> <p>Ефективність експлуатації верстатів зі ЧПУ. Уніфікація систем допоміжного інструменту.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 7].</p>	1
18	<p><i>Тема 4.2. Різальний інструмент для верстатів зі ЧПУ</i></p> <p><i>Лекція 18. Інструментальне забезпечення верстатів зі ЧПУ і автоматичних ліній.</i></p> <p>Структура і схема інструментального оснащення, що забезпечує необхідну точність і якість оброблення деталей, підвищення економічної швидкості різання і зниження простоїв устаткування через випадкові виходи інструмента із строю. Швидкозмінні інструменти, що настроюються на розмір поза верстатом. Додаткові вимоги до них. Типові конструкції і їхній аналіз.</p> <p>Методи збільшення розмірної стійкості інструмента і підвищення точності утворених поверхонь деталі. Механізми</p>	1

	автоматичної заміни інструмента і підналагодження його робочої частини на розмір. Автоматизація заміни зношених ділянок різальної крайки. Приклади конструктивних рішень і їхня ефективність. Основні види допоміжного оснащення для насадного інструмента, кінцевого і призматичного. Базування інструментів, типізація базових поверхонь; вплив на точність позиціювання і твердість інструмента. Підсистема допоміжних інструментів для верстатів зі ЧПУ. Література:[1, 2, 3].	
19	Лабораторна робота 1	2
20	Лабораторна робота 2	2
21	Лабораторна робота 3	2
22	Лабораторна робота 4	2
23	Лабораторна робота 5	2
24	Лабораторна робота 6	2
25	Лабораторна робота 7	2
26	Лабораторна робота 8	2
27	Лабораторна робота 9	2
28	Контрольна робота 1	2
29	Контрольна робота 2	2
30	Контрольна робота 3	2
31	Контрольна робота 4	2
32	Залік	6

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних) регламентується: «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>; «Положення про систему внутрішнього забезпечення якості вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/121>;
- правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо) регламентується «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39> ;
- правила захисту лабораторних робіт; кожен студент особисто здає лабораторні роботи;
- правила захисту індивідуальних завдань; кожен студент особисто здає індивідуальні роботи ;
- в даному кредитному модулі наявні тільки заохочувальні бали, які студент може отримати на добровільній основі виконуючі певний перелік додаткових завдань пов'язаних з тематикою кредитного модуля;
- політика дедлайнів та перескладань, регламентується «Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/32>, «Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/37> ;
- політика щодо академічної доброчесності регламентується «Положення про систему запобігання академічного плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського»

<https://osvita.kpi.ua/node/47>; положенням «Положення про вирішення конфліктних ситуацій в КПІ ім. Ігоря Сікорського» https://osvita.kpi.ua/2020_7-170;

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом Таблиця 8.1.

Форма навчання	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				Семестрова атестація
	Кредитів	Годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)	СРС	
денна	4	120	36	0	36	48	Залік

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВИХ (ВАГОВИХ) БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

8.1. Лабораторні роботи (r1)

Необхідною умовою допуску до лабораторної роботи є наявність протоколу. Ваговий бал однієї лабораторної роботи становить 8 балів за роботи № 2, 3, 4 і 2 бали за всі інші роботи (табл.8.2). Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи: $r1 = 6 \text{ робіт} \times 2 \text{ бали} + 3 \text{ роботи} \times 8 \text{ балів} = 36 \text{ балів}$.

Рейтингові бали за одну лабораторну роботу Таблиця 8.2

Бали	Бали	Критерій оцінювання
2,00	8,00	Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання
1,5	6	Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань
1	5	Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань
1	4	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання
0,5	3	Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищено.
0,00	0,00	Робота не виконана, звіт відсутній

8.2. Контрольні роботи (r2)

Контрольна робота складається з чотирьох КР яку проводять перед першою атестацією та наприкінці навчального семестру. Ваговий бал КР становить 6 балів. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи складає: $r2 = 6 \text{ балів} \times 4 \text{ контр. роботи} = 24 \text{ бали}$. Умови задач знаходяться в <https://classroom.google.com/c/Njk5NDk1NDg0MDha>.

Рейтингові бали КР Таблиця 8.3

Бали	Критерій оцінювання
6,0	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
5	Вірна відповідь на 90 % питань
4,5	Вірна відповідь на 80 % питань
4	Вірна відповідь на 70 % питань
3	Вірна відповідь на 60 % питань
0,0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній без поважної причини

Також до контрольних заходів відносяться семестрові тестові питання.

Рейтингові бали тесту Таблиця 8.4

Бали	Критерій оцінювання
10,0	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
8	Вірна відповідь на 80% % питань
6	Вірна відповідь на 60 % питань
4	Вірна відповідь на 40 % питань
2	Вірна відповідь на 20 % питань
0,0	Вірна відповідь менш ніж на 10 % питань

8.3. Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає тільки заохочувальні бали (табл.8.5). Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати $50 \times 0,1 = (+ 6)$ балів.

Заохочувальні бали Таблиця 8.5

Дія	Бали
Участь у модернізації лабораторних або практичних робіт	плюс 2 бали
Удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни	плюс 3.. .5 балів
Застосування оригінального підходу при вирішенні задач	плюс 1 бал

8.4. Умови рубіжної атестації

На 8-й тиждень навчання (перша атестація) графіком передбачено виконання: захист не менше 3-х лабораторних робіт 2-х по 8 балів і однієї за 2 бали і 2-х КР по 6 балів. Що становить у сумі $18+12=30$ балів. Таким чином для отримання "задовільно" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж $30 \times 0,5=15$ балів. На 14-й тиждень навчання (друга атестація) графіком передбачено виконання: 6 лабораторних роб. і 2 КР: $5 \text{ лб} \times 2 \text{ бали} + 1 \text{ лб} \times 8 \text{ балів} + 2 \text{ КР} \times 6 = 30$ балів. Таким чином для отримання "задовільно" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж $30 \times 0,5=15$ балів.

8.5. Критерії оцінювання заліку.

Залік складається з відповіді на 20 тестових питань з наведенням ескізів до 10 із них. Вага кожного питання 1,5 бали.

Максимальна кількість балів заліку успішності становить 30 балів.

Рейтингові бали заліку Таблиця 8.6

Бали	Критерій оцінювання
1,5	Зауважень нема, є відповідь на запитання і є ескіз
1	Несуттєві зауваження до відповіді
1	Несуттєві зауваження до ескізу
0,5	Відповідь має помилки
0,5	Нема ескізу
0,0	Не вірна відповідь або студент був відсутній без поважної причини

8.6. Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (rd):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: $R_c = \sum_{i=1}^n r_i$
де r - рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни (табл. 8.2-8.5).
 $R_c = 36\text{лб} + 10\text{тест} + 24 \text{кр} = 70$ балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає $RD = R_c + R_E = 70 + 30 = 100$ балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою. Таблиця 8.7

Кількість балів	Оцінка
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

7. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік тестових питань, які виносяться на семестровий контроль

Семестрові атестації відбуваються на основі тестування. Семестрові тести складаються із 100 питань.

Різальні інструменти. Задача 1

Центр круглого фасонного різця піднімають відносно центра деталі на величину, що залежить від:
Дати ескіз

- А. Переднього кута
- Б. Заднього кута
- В. Заднього та переднього кутів

Різальні інструменти. Задача 2

Кутове розташування різальної пластини використовують для:

Дати ескіз

- А. Збільшення числа переточувань
- Б. Для збільшення міцності різця
- В. Для збільшення спротиву стисканню

Різальні інструменти. Задача 3

Головний кут в плані прохідного різця обирають більшим:

- А. Для нежорстких деталей
- Б. При знятті великих припусків
- В. Для жорстких деталей

Різальні інструменти. Задача 4

Недоліком розточувальних різців є:

- А. Більш висока радіальна сила P_y , яка прагне віджати різець від оброблюваної поверхні
- Б. Складність заточування
- В. Різниця умов на початку і кінці різання

Різальні інструменти. Задача 5

При тангенціальній установці різця створюються переваги в порівнянні з радіальною:

Дати ескіз

- А. Можна вести оброблення з більшою глибиною різання
- Б. Різниця умов на початку і кінці різання незначна
- В. Відтиснення, викликане дією сили P_z , практично не впливає на похибку оброблення

Різальні інструменти. Задача 6

Оптимальне значення заднього кута визначається:

- А. Товщиною зрізу
- Б. Шириною зрізу
- В. Формою зрізу

Різальні інструменти. Задача 7

Передній кут головних різальних кромок спірального свердла:

А. Не змінюється вздовж різальної кромки

Б. Мінімальний в центрі свердла

В. Рівний куту нахилу гвинтової канавки

Різальні інструменти. Задача 8

Для глибокого свердління застосовують свердла:

Дати ескіз

А. Перові

Б. Напівкруглі

В. Спиральні

Різальні інструменти. Задача 9

Для збільшення запасу на знос відхилення діаметру розвертки вибирають таким:

Дати ескіз

А. Верхнє відхилення меншим верхнього відхилення діаметра отвору

Б. Нижнє відхилення меншим нижнього відхилення діаметра отвору

В. Ширшим від відхилення діаметру отвору

Різальні інструменти. Задача 10

Яка схема зрізання припуску при протягуванні характеризується зрізуванням припуску шарами, що розташовані перпендикулярно чи під нахилом до обробленої поверхні:

А. Профільна

Б. Групова

В. Генераторна

Різальні інструменти. Задача 11

Задній кут зуба затілюваної фасонної фрези на найбільшому діаметрі є:

А. Найменшим

Б. Найбільшим

В. Таким самим

Різальні інструменти. Задача 12

З якою метою затілюють фасонні фрези?

А. Для спрощення переточування

Б. Для збільшення заднього кута

В. Для збереження правильного профілю після переточування

Різальні інструменти. Задача 13

У кутових фрез зуби зрізують через один для:

А. Збільшення товщини зуба

Б. Збільшення канавки

В. Збільшення товщини зрізу

Різальні інструменти. Задача 14

Скіснозубі зубчасті колеса зуборізальною черв'ячною фрезою нарізуються :

А. З додатковим обертовим рухом фрези

Б. Фрезою зі збільшеним кутом нахилу зубів

В. При установленні фрези під сумарним кутом

Різальні інструменти. Задача 15

Внутрішні протяжки заточують по:

Дати ескіз

А. Передній поверхні

Б. Задній поверхні

В. Передній і задній поверхнях

Різальні інструменти. Задача 16

Який спосіб забезпечує безперервне заточування задньої поверхні свердла ?

А. Плоске

Б. Конічне

В. По гвинтовій поверхні

Різальні інструменти. Задача 17

Скільки відмінностей має вихідний контур інструментальної рейки від вихідного контуру зубчастої рейки?

Дати ескіз

А. 3

Б. 2

В. 4

Різальні інструменти. Задача 18

Які параметри визначають по передній поверхні зуборізальної гребінки ?

Дати ескіз

А. Параметри вимірювання

Б. Параметри виготовлення

В. Параметри вихідної інструментальної рейки

Різальні інструменти. Задача 19

Які з зуборізальних черв'ячних фрез виготовляють двозаходовими?

А. Чистові

Б. Чорнові

В. Під шевер

Різальні інструменти. Задача 20

Причина великої шорсткості поверхні ЗК при обробленні черв'ячною фрезою:

А. Обмежена кількість зубів

Б. Осьова подача

В. Геометрія зуба

Різальні інструменти. Задача 1

Дати ескіз

Поворот бази фасонного різця і напряму радіальної подачі застосовують для:

/варіанти відповіді/

А. Збільшення заднього кута

Б. Збільшення переднього кута

В. Зменшення переднього кута

Різальні інструменти. Задача 2

Заточування передньої поверхні фасонного призматичного різця по двох кутах застосовують для:

А. Збільшення заднього кута

Б. Збільшення переднього кута

В. Точного оброблення конічної поверхні

Різальні інструменти. Задача 3

Дати ескіз

Головну різальну кромку відрізного різця оформлюють під кутом $75-80^{\circ}$:

Дати ескіз

А. Для повного оброблення одного з торців

Б. Для збільшення міцності різця

В. Для забезпечення врізання

Різальні інструменти. Задача 4

Передній кут фасонного різця при переміщенні по довжині леза поточної точки від базової:

А. Залишається незмінним

Б. Збільшується

В. Зменшується

Різальні інструменти. Задача 5

Головний кут в плані прохідного різця обирають більшим:

А. При знятті великих припусків

Б. Для нежорстких деталей

В. Для жорстких деталей

Різальні інструменти. Задача 6

Зміною величини і знаку кута нахилу різальної кромки прохідного різця можна впливати на:

А. Напрямок сходу стружки

Б. Товщину стружки

В. Стружколамання

Різальні інструменти. Задача 7

Криволінійна передня поверхня застосовується на різцях:

- А. Що застосовуються для оброблення крихких матеріалів, що дають стружку надлому
- Б. Що оброблюють в'язкі матеріали, що дають зливну стружку
- В. Що застосовуються для важких умов різання, при обробленні твердих і загартованих сталей

Різальні інструменти. Задача 8

Передній кут головних різальних кромок спірального свердла:

- А. Не змінюється вздовж різальної кромки
- Б. Мінімальний на периферії свердла
- В. Мінімальний в центрі свердла

Різальні інструменти. Задача 9

Центрувальні свердла для оброблення високоміцних матеріалів :

- А. З запобіжним конусом
- Б. Комбіновані
- В. Прості

Різальні інструменти. Задача 10

Для запобігання браку відхилення діаметру розвертки вибирають таким:

Дати ескіз

- А. Нижнє відхилення меншим нижнього відхилення діаметра отвору
- Б. Верхнє відхилення меншим верхнього відхилення діаметра отвору
- В. Вужчим від відхилення діаметру отвору

Різальні інструменти. Задача 11

Число зубів розвертки приймається парним для:

- А. Спрощення виготовлення
- Б. Попередження виникнення в отворі повздовжніх рисок
- В. Спрощення контролю по діаметру

Різальні інструменти. Задача 12

При протягуванні крихких матеріалів (чавун, бронза) використовують конструкцію зубів:

Дати ескіз

- А. З криволінійною спинкою
- Б. З прямолінійною спинкою
- В. З прямолінійним дном

Різальні інструменти. Задача 13

Дискові трьохсторонні фрези з різноспрямованими поперемінними зубами забезпечують:

Дати ескіз

- А. Врівноваження осьових складових сили різання правих і лівих зубів
- Б. Більшу продуктивність
- В. Плавність роботи

Різальні інструменти. Задача 14

Величина затилування дискової фасонної фрези задається :

Дати ескіз

- А. По передній поверхні зуба фрези
- Б. По задній поверхні зуба фрези
- В. В перерізі середини зуба

Різальні інструменти. Задача 15

Фреза-протяжка здійснює чистове оброблення:

Дати ескіз

- А. При зворотному ході
- Б. Чистовими зубами
- В. Чистовими ділянками різців

Різальні інструменти. Задача 16

Яка особливість зуборізальних черв'ячних фрез «під шевер»?

Дати ескіз

- А. Наявність фланків
- Б. Наявність «вусиків»
- В. Наявність фасок

Різальні інструменти. Задача 17

Який з інструментів більш універсальний?

- А. Дисковий довбач
- Б. Черв'ячна фреза
- В. Зуборізальна гребінка

Різальні інструменти. Задача 18

Які неусувні похибки виникають при обробленні черв'ячною фрезою?

Дати ескіз

- А. Велика шорсткість
- Б. Не евольвентний профіль
- В. Несиметричність

Різальні інструменти. Задача 19

Який із зуборізальних інструментів є ідеально теоретично точним?

- А. Дисковий довбач
- Б. Черв'ячна фреза
- В. Зуборізна гребінка

Різальні інструменти. Задача 20

Яким методом працюють черв'ячні зуборізальні фрези?

Дати ескіз

- А. Генераторний
- Б. Копіювання
- В. Обкатування

Різальні інструменти. Задача 1

Гвинтова задня поверхня фасонного різця застосовують для:

- А. Зменшення переднього кута
- Б. Збільшення переднього кута
- В. Збільшення заднього кута

Різальні інструменти. Задача 2

Дати ескіз

Стругальні різці виконують зігнутими для:

/варіанти відповіді/

- А. Підвищення жорсткості
- Б. Підвищення вібростійкості
- В. Підвищення продуктивності

Різальні інструменти. Задача 3

Тангенціальне розташування різальної пластини використовують при:

Дати ескіз

- А. Підвищеному зносі
- Б. Великих зусиллях різання
- В. Обробленні нежорстких деталей

Різальні інструменти. Задача 4

Задній кут фасонного різця при переміщенні по довжині леза поточної точки від базової:

- А. Збільшується
- Б. Зменшується
- В. Залишається незмінним

Різальні інструменти. Задача 5

При збільшенні кута ϕ прохідного токарного різця:

- А. Підвищується міцність вершини різця
- Б. Стружка стає товще і краще ламається
- В. Збільшуються сили різання P_z і P_y , збільшується відтискання

Різальні інструменти. Задача 6

Кут нахилу різальної кромки прохідного різця при чистовому обробленні:

- А. Має нульове значення
- Б. Має додатне значення
- В. Має від'ємне значення

Різальні інструменти. Задача 7

Дати ескіз

Призматичний різець з тангенціальною подачею застосовують для:

/варіанти відповіді/

А. Зняття великих припусків

Б. Чорнового оброблення

В. Нежорстких деталей

Різальні інструменти. Задача 8

Зі збільшенням кута гвинтової канавки свердла ω збільшується кут:

А. Передній γ

Б. Задній α

В. Нахилу різальної кромки λ

Різальні інструменти. Задача 9

Гвинтова канавка свердла у діаметральному перерізі має визначений профіль для:

А. Для збереження прямолінійності різальної кромки після переточування

Б. Для створення передньої поверхні

В. Для найкращого розміщення стружки

Різальні інструменти. Задача 10

Нерівномірне розподілення зубів по колу у розверток виконується для:

Дати ескіз

А. Попередження виникнення в отворі повздовжніх рисок

Б. Зменшення навантаження на зуб

В. Зменшення зусилля різання

Різальні інструменти. Задача 11

Для чого проводять корекцію кроку протяжки?

А. Для підвищення плавності роботи

Б. Для збільшення числа одночасно працюючих зубів

В. Для зменшення числа одночасно працюючих зубів

Різальні інструменти. Задача 12

Для підвищення плавності роботи циліндричної фрези з гвинтовим зубом змінюють значення:

А. Кута гвинтової канавки

Б. Діаметру

В. Кількості зубів

Різальні інструменти. Задача 13

Напрямок гвинтової канавки циліндричної фрези відносно напрямку обертання шпинделя обирають:

Дати ескіз

А. Таким самим

Б. Протилежним

В. Не має значення

Різальні інструменти. Задача 14

Передня поверхня спірального свердла створена:

А. Заточуванням

Б. Гвинтовою канавкою складного профілю у перерізі

В. Гвинтовою канавкою простого профілю у перерізі

Різальні інструменти. Задача 15

Теоретично правильний профіль зуба черв'ячної фрези знаходиться:

А. В передній площині

Б. В перерізі по середині зуба

В. В будь-якому перерізі зуба

Різальні інструменти. Задача 16

Для нарізування скіснозубого циліндричного зубчастого колеса фрезу із набору обирають:

Дати ескіз

А. Таку як для нарізування прямозубого колеса

Б. Перераховують приведені число зубів

В. Як для нарізування прямозубого колеса, але наступного номера

Різальні інструменти. Задача 17

Яка із схем шевінгування більш універсальна?

Дати ескіз

А. З діагональною подачею

Б. З продольною подачею

В. З тангенціальною подачею

Різальні інструменти. Задача 18

При проектуванні інструментів для нарізування конічних зубчастих коліс керуються:

Дати ескіз

А. Методом обкатування з твірним колесом

Б. Розмірами інструментальної рейки

В. Розмірами зубчастої рейки

Різальні інструменти. Задача 19

Які неусувні похибки виникають при обробленні дисковим довбачем ?

Дати ескіз

А. Несиметричність

Б. Велика шорсткість

В. Не евольвентний профіль

Різальні інструменти. Задача 20

Для якої мети виготовляють комплекти дискових модульних фрез ?

Дати ескіз

А. Для послідовного оброблення

Б. Для зменшення кількості фрез

В. Для спрощення конструкції

Різальні інструменти. Задача 1

Поворот осі круглого фасонного різця і напряму радіальної подачі застосовують для:

Дати ескіз

А. Зменшення переднього кута

Б. Збільшення переднього кута

В. Точного оброблення конічної поверхні

Різальні інструменти. Задача 2

Кутове розташування різальної пластини використовують для:

Дати ескіз

А. Збільшення числа переточувань

Б. Для збільшення міцності різця

В. Для збільшення спротиву стисканню

Різальні інструменти. Задача 3

При зменшенні кута ϕ_1 прохідного токарного різця:

/варіанти відповіді/

А. Сили різання P_z і P_y , зменшуються

Б. Міцність вершини різця зменшується

В. Шорсткість зменшується

Різальні інструменти. Задача 4

Передня площина прохідного різця для чорнового оброблення чавуну:

/варіанти відповіді/

А. Плоска, не має канавки

Б. Має радіус закруглення

В. Має канавку

Різальні інструменти. Задача 5

Головний кут в плані прохідного різця обирають більшим:

/варіанти відповіді/

А. При чорновому обробленні

Б. При чистовому обробленні

В. Для жорстких деталей

Різальні інструменти. Задача 6

При збільшенні переднього кута різального клину сила різання :

/варіанти відповіді/

- А. Зменшується
- Б. Збільшується
- В. Не змінюється

Різальні інструменти. Задача 7

Перові свердла використовують для оброблення:

Дати ескіз

- А. Глибоких отворів
- Б. Ступінчастих отворів
- В. Центрових отворів

Різальні інструменти. Задача 8

Товщина шару, що зрізується протяжкою, більша при застосуванні схеми зрізання припуску:

Дати ескіз

- А. Групова
- Б. Генераторна
- В. Профільна

Різальні інструменти. Задача 9

Стійкість затілених фрез в порівнянні з гострозаточеними:

- А. Нижча
- Б. Вища
- В. Така сама

Різальні інструменти. Задача 10

Який параметр забезпечує величина затилювання?

- А. Параметри профілю
- Б. Задній кут
- В. Діаметр фрези

Різальні інструменти. Задача 11

Торцеві фрези забезпечують кращі параметри шорсткості із-за:

- А. Наявності допоміжної різальної кромки
- Б. Більшої кількості зубів
- В. Жорсткого кріплення

Різальні інструменти. Задача 12

Яким чином використовують величину затилювання?

Дати ескіз

- А. Підбирають кулачок затилувального верстата
- Б. Використовують при розрахунку параметрів фрези
- В. Для розрахунку параметрів установа фрези

Різальні інструменти. Задача 13

Більший діаметр фрези забезпечує:

- А. Кращу якість оброблення
- Б. Більшу продуктивність
- В. Не впливає на якість оброблення

Різальні інструменти. Задача 14

Глибина стружкової канавки протяжки визначається в залежності від:

Дати ескіз

- А. Площі шару метала
- Б. Кроку протяжки
- В. Товщини зуба

Різальні інструменти. Задача 15

У яких мітчиків всі витки різуть?

- А. Для конічної різьби
- Б. Плашкових
- В. Гасчних

Різальні інструменти. Задача 16

Циліндричний зенкер має різальні кромки на поверхні:

Дати ескіз

- А. Циліндричній і торці
- Б. Конічній
- В. Торці

Різальні інструменти. Задача 17

Підточування перемички свердла застосовують для:

Дати ескіз

- А. Зменшення осьової сили
- Б. Зменшення крутного моменту
- В. Зменшення інтенсивності зміни кутів

Різальні інструменти. Задача 18

Який із зуборізних інструментів оброблює і внутрішні поверхні?

- А. Дисківий довбач
- Б. Черв'ячна фреза
- В. Зуборізальна гребінка

Різальні інструменти. Задача 19

Фреза-протяжка здійснює чистове оброблення:

- А. При зворотному ході
- Б. Чистовими зубами
- В. Чистовими ділянками різців

Різальні інструменти. Задача 20

Значення переднього кута спірального свердла змінюється:

- А. В зоні від'ємних значень
- Б. В зоні додатних значень
- В. Від додатного до від'ємного значення

Різальні інструменти. Задача 1

Задній кут круглого фасонного різця утворюється:

Дати ескіз

- А. Шляхом заточування передньої площини під кутом γ
- Б. Шляхом його установа в утримувачі вище осі деталі
- В. Шляхом його установа в утримувачі з нахилом

Різальні інструменти. Задача 2

При збільшенні кута ϕ прохідного токарного різця:

- А. Міцність різця зменшується
- Б. Міцність різця збільшується
- В. Міцність різця не змінюється

Різальні інструменти. Задача 3

Оптимальне значення заднього кута визначається:

- А. Товщиною зрізу
- Б. Шириною зрізу
- В. Формою зрізу

Різальні інструменти. Задача 4

/основа питання/

Плоска передня поверхня з від'ємним значенням переднього кута застосовується на різцях:

- А. Для оброблення крихких матеріалів
- Б. Для оброблення в'язких матеріалів, що дають зливну стружку
- В. Для роботи в важких умовах, при обробленні твердих і загартованих сталей

Різальні інструменти. Задача 5

При збільшенні заднього кута міцність різця:

- А. Зменшується
- Б. Збільшується
- В. Не змінюється

Різальні інструменти. Задача 6

Недоліком розточувальних різців є:

Дати ескіз

- А. Більш висока радіальна сила P_y , яка прагне віджати різець від оброблюваної поверхні
- Б. Складність заточування
- В. Різниця умов на початку і кінці різання

Різальні інструменти.Задача 7

При тангенціальній установці різця створюються переваги в порівнянні з радіальною:

Дати ескіз

- А. Можна вести оброблення з більшою глибиною різання
- Б. Різниця умов на початку і кінці різання незначна
- В. Відтиснення, викликане дією сили P_z , практично не впливає на похибку оброблення

Різальні інструменти.Задача 8

Задній кут головних різальних кромek спірального свердла:

- А. Мінімальний на периферії свердла
- Б. Мінімальний в центрі свердла
- В. Не змінюється вздовж різальної кромки

Різальні інструменти.Задача 9

Для гостро заточених чистових фрез застосовується:

Дати ескіз

- А. Форма зуба з подвійною спинкою
- Б. Трапецеїдальна форма зуба
- В. Форма зуба з криволінійною спинкою

Різальні інструменти.Задача 10

Гострозаточені фрези переточують по:

- А. Передній і задній поверхнях
- Б. Передній поверхні
- В. Задній поверхні

Різальні інструменти.Задача 11

Більший діаметр фрези забезпечує:

- А. Кращу якість оброблення
- Б. Більшу продуктивність
- В. Не впливає на якість оброблення

Різальні інструменти.Задача 12

Гострозаточені фрези у порівнянні з затилованими мають кількість зубів:

- А. Таку саму
- Б. Більшу
- В. Меншу

Різальні інструменти.Задача 13

Дискові трьохсторонні фрези з різноспрямованими попереми́нними зубами забезпечують:

Дати ескіз

- А. Врівноваження осьових складових сили різання правих і лівих зубів
- Б. Більшу продуктивність
- В. Плавність роботи

Різальні інструменти.Задача 14

Для збільшення запасу на знос відхилення діаметру розвертки вибирають таким:

Дати ескіз

- А. Верхнє відхилення меншим верхнього відхилення діаметра отвору
- Б. Нижнє відхилення меншим нижнього відхилення діаметра отвору
- В. Ширшим від відхилення діаметру отвору

Різальні інструменти.Задача 15

При протягуванні в'язких матеріалів, використовують конструкцію зубів:

Дати ескіз

- А. З прямолінійною спинкою
- Б. З криволінійною спинкою
- В. З прямолінійним дном

Різальні інструменти.Задача 16

Скільки відмінностей має вихідний контур інструментальної рейки від вихідного контуру зубчастої рейки?

Дати ескіз

А. 3

Б. 2

В. 4

Різальні інструменти. Задача 17

Яким методом працюють черв'ячні зуборізальні фрези?

А. Генераторний

Б. Копіювання

В. Обкатування

Різальні інструменти. Задача 18

Який із зуборізальних інструментів є ідеально теоретично точним?

Дати ескіз

А. Дисковий довбач

Б. Черв'ячна фреза

В. Зуборізна гребінка

Різальні інструменти. Задача 19

Які з зуборізальних черв'ячних фрез виготовляють двозаходовими?

А. Чистові

Б. Чорнові

В. Під шевер

Різальні інструменти. Задача 20

Причина великої шорсткості поверхні ЗК при обробленні черв'ячною фрезою:

А. Обмежена кількість зубів

Б. Осьова подача

В. Геометрія зуба

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено

к.т.н., доц., Даниловою Л.М.

Ухвалено

кафедрою Технології машинобудування (протокол № 1 від 29.08.2022)

Погоджено

Методичною комісією НН ММІ (протокол № 1 від 30.08.2022)