



Проектування оснащення верстатів, роботів та машин

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	13 - Механічна інженерія
Спеціальність	131 - Прикладна механіка
Освітня програма	Технології комп'ютерного конструювання верстатів, роботів та машин
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4,5 кредити ЄКТС, 135 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, РГР
Розклад занять	Лекції – 36 год., практичні – 18 год за розкладом Департаменту навчальної роботи КПІ ім. Ігоря Сікорського
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу/ викладачів	Лектор: кандидат технічних наук, доцент Гаврушкевич Андрій Юрійович Кафедра: Корпус КПІ 1, кімната 228а, тел. (044)204-94-61 пошта: gavrushkevich78@gmail.com , 0676074220 Практичні: асистент Гаврушкевич Наталія Валеріївна gavrushkevichnataliya@gmail.com , 0665209575
Розміщення курсу	Ресурс «Електронний кампус», гуглклас

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Проектування оснащення верстатів, роботів та машин» є однією з базових у структурі підготовки магістрів у галузі механічної інженерії.

Метою дисципліни є придбання студентами знань з принципу роботи, компоновок, конструктивних особливостей, розрахунків та налагодження верстатного оснащення, верстатних комплексів; вміння розібратися в принципі роботи, спроектувати та розрахувати верстатне оснащення для обробки заданої деталі, виконати розрахунки та модернізацію верстатного оснащення та його механізмів;

навичок в налагоджуванні, проектуванні та експлуатації верстатного оснащення і документацією.

Предмет навчальної дисципліни - компоновки, конструктивні особливості розрахунки та налагодка верстатного оснащення. У результаті вивчення дисципліни студент набуде наступних компетентностей:

Загальні компетентності:

Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології

▪ **Фахові компетентності спеціальності (ФК)**

- Здатність застосовувати основні принципи та методи раціонального конструювання, розроблювати й приймати технічні рішення для оптимізації конструкцій верстатів, роботів та машин їх вузлів із застосуванням результатів аналізу кінематики, динаміки та напружено-деформованого стану, зокрема, в умовах невизначеності, змінювати за потребою конфігурацію обладнання з відкритою архітектурою;
- Здатність готувати вихідні дані для вибору й обґрунтування науково-технічних і організаційних рішень на основі економічних розрахунків; розробляти інструкції з експлуатації верстатів, роботів та машин та засобів механізації та автоматизації технологічних процесів та пояснювальні записки до них;
- Здатність використовувати творче інженерне мислення та креативний підхід до створення та реалізації нових технічних ідей, інтегрувати знання з різних сфер інженерної діяльності для вирішення комплексних практичних завдань;
- Здатність забезпечувати технічне оснащення робочих місць із розміщенням технологічного обладнання, брати участь у роботах з доведення й освоєння технологічних процесів у ході підготовки виробництва нової продукції, перевіряти якість монтажу й налагодження при випробуваннях і здачі в експлуатацію нових зразків виробів, вузлів і деталей, здійснювати контроль за дотриманням технологічної дисципліни.

Програмні результати навчання

- Розробляти і ставити на виробництво нові види продукції, зокрема виконувати дослідно-конструкторські роботи та/або розробляти технологічне забезпечення процесу їх виготовлення;
- Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення;
- виконувати постановку задачі структурно-параметричної оптимізації вузлів та механізмів верстатів, роботів і машин в термінах та поняттях інструментів аналізу кінематики, динаміки та міцності CAD/CAE систем, виконувати порівняльний аналіз математичних моделей металорізальних верстатів з вибором раціональних моделей, алгоритмів і програмних засобів, призначених для вирішення конкретних задач дослідження металорізальних верстатів;
- виконувати конструкторський і технологічний розрахунки параметрів об'єктів проектування з метою забезпечення ними необхідних технічних характеристик і показників працездатності обладнання й окремих вузлів;

- виконувати опрацювання інноваційних ідей, оформлювати авторські права на розробку;
- збирати інформацію стосовно продукції підприємства та об'єктів-аналогів, будувати інформаційні моделі предмету дослідження: описувати його суттєві параметри та змінні величини, відокремлювати його вхідні параметри та встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між ними, виконувати порівняльний аналіз показників працездатності виявлених аналогів об'єктів проектно-конструкторських розробок виробництва різних фірм;
- розроблювати програму й здійснювати віртуальні експерименти для дослідження верстатів, роботів і машин та перевірки результатів моделювання механізмів та виконаної оптимізації;
- визначати принцип роботи конкретного технологічного обладнання з механізмами з паралельною кінематикою, обирати систему управління і компоувати його приводи, вузли і механізми, моделювати робочий простір, виконувати кінематичні і силові розрахунки, розрахунки жорсткості та точності.

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

Дисципліна «Проектування оснащення верстатів, роботів та машин» базується на попередніх знаннях з фундаментальних дисциплін та інших професійно-орієнтованих дисциплін, зокрема таких, як фізика, математика, хімія з природничо-наукового циклу знань, а також дисципліни професійно-орієнтованого циклу, зокрема такі дисципліни, як "Теорія механізмів та машин", "Конструювання обладнання машинобудування", "Деталі машин та основи конструювання», тощо.

У свою чергу дисципліна «Проектування оснащення верстатів, роботів та машин» є базою для подальшої підготовки з дисциплін:

- Науково-дослідна робота за темою магістерської дисертації;
- Курсовий проект з наукових досліджень складних технічних систем;
- Управління проектами в наукоємному машинобудуванні;
- Низки вибіркового дисциплін з каталогу кафедри.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Схеми базування та закріплення заготовок.

Значення оснащення верстатів, роботів і машин в підвищення якості продукції та ефективності виробництва. Можливі схеми базування та закріплення заготовок в верстатному оснащенні та захватах роботів. Вибір принципів затиску заготовок на металорізальних верстатах та роботах. Розрахунок сили затиску заготовки в оснащенні верстатів, роботів.

Розділ 2. Основні конструкції затискних механізмів

Елементарні затискні механізми Установочно-затискні та самоцентруючі механізми верстатів і роботів. Особливості конструкції та проектування оснащення верстатів, роботів для тіл обертання.

Розділ 3. Типові затискні механізми верстатного оснащення

Особливості Особливості проектування оснащення для роботів, в т.ч. адаптивних захватів та пристроїв. Особливості проектування оснащення верстатів, роботів для затиску плоских та корпусних деталей. Універсально-збірне оснащення верстатів, роботів. Особливості проектування та розрахунку оснащення верстатів, роботів для затиску ріжучого інструменту

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Проектування оснащення верстатів, роботів і машин [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування» спеціалізацією «Комп'ютерне проектування верстатів, роботів і машин» / НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»; уклад. В. П. Приходько, О. В. Литвин. – Електронні текстові дані (1 файл: 22,0 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2018. – 211 с. – Назва з екрана. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/22775>.
2. Пирогов Л.И. Технологическая оснастка. –Кременчуг: КГПУ, 2002. - 192 с.
3. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження: Посібник. –Львів. Світ: 2001. – 269
4. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений - М.: Машиностроение, 1983, - 278 с.
5. Станочные приспособления справочник в двух томах. /Под ред. Б.Н.Вардашкина.
6. Ансеров М.А. Приспособления металлорежущих станков. - М.: Машиностроение, 1975. - 656 с.
7. Антонюк А.К. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений. - Минск, Беларусь, 1969. -391 с.
8. Горошкин А.К. Приспособления металлорежущих станков. Справочник. - М.: Машиностроение, 1969. - 144 с.
9. Самонастраивающиеся зажимные механизмы: Справочник / Ю.Н.Кузнецов, А.А.Вачев, С.П.Сяров, А.Й.Цървенков; под ред. Ю.Н.Кузнецова. - К.: Киев, “Тэхніка”; София: Гос. изд-во “Техника”, 1986. - 222 с.
10. Болотин Х.Л., Костромин Ф.П. Станочные приспособления, М.: Машиностроение, 1973. - 344 с.
11. Шубников К.В. Унифицированные переналаживаемые станочные приспособления. Л.: Машиностроение, 1973. - 208 с.

Додаткова література

12. Методичні вказівки з дисципліни “Проектування верстатного оснащення” для студентів ММФ спеціальності “Металорізальні верстати та системи” усіх форм навчання. /Укл. О.В.Литвин, В.М.Гейчук, - Київ, НТУУ “КПІ”, 1997, - 43 с.
13. Методичні вказівки до виконання комплексних контрольних робіт з дисципліни «Проектування верстатного оснащення» для студентів спеціальності 7.05050301, 8.05050301 «Металорізальні верстати та системи» [Електронний ресурс] / О. В. Литвин; НТУУ «КПІ». – Електронні текстові дані (1 файл: 148 Кбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 18 с. – Назва з екрана. – Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/6957>

14. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування верстатного оснащення». «Порядок виконання розрахунково-графічної роботи» [Електронний ресурс] / НТУУ «КПІ» ; уклад. О. В. Литвин, В. А. Недобой. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,53 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 56 с. – Назва з екрана. URI (Унифіцирований ідентифікатор ресурса): <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/11127>

15. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Проектування верстатного оснащення». «Варіанти завдань» [Електронний ресурс] / НТУУ «КПІ» ; уклад. О. В. Литвин, В. А. Недобой. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,24 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2015. – 29 с. – Назва з екрана. URI (Унифіцирований ідентифікатор ресурса): <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/11128>.

Наведена література знаходиться в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського та в мережі Internet.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

Схеми базування та закріплення заготовок

Значення оснащення верстатів, роботів та машин в підвищенні якості продукції та ефективності виробництва

Можливі схеми базування та закріплення заготовок в верстатному оснащенні та захватах роботів

Вибір принципів затиску заготовок на металорізальних верстатах та роботах.

Основні конструкції затискних механізмів

Елементарні затискні механізми.

Установочно-затискні та самоцентруючі механізми

Типові затискні механізми верстатного оснащення

Особливості конструкції та проектування оснащення верстатів, роботів для тіл обертання.

Особливості проектування оснащення для роботів, в т.ч. адаптивних захватів та пристроїв .

Особливості проектування оснащення верстатів, роботів для затиску плоских та корпусних деталей.

Універсально-збірне оснащення верстатів, роботів.

Особливості проектування та розрахунку оснащення верстатів, роботів для затиску ріжучого інструменту.

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять – це поглиблення теоретичних знань, набуття навичок роботи з нормативно-технічною та довідниковою літературою та вирішення практичних задач, що дозволяють студентам виконувати розрахункові та

конструкторські завдання щодо оснащення верстатів, роботів, закріплення теоретичних положень навчальної дисципліни і набуття вмінь їх практичного застосування.

Основні теми практичних занять та орієнтовний перелік основних питань, які можуть бути виконані при вивченні дисципліни (перелік обов'язкових практичних робіт може бути змінений/адаптований в залежності від форми навчання – дистанційне/очне/змішане):

Розробка і реалізація схем базування при конструюванні верстатних пристосувань на прикладі деталей різних класів

Визначення похибки базування при встановленні заготовок в пристосуваннях

Технічне оснащення стандартними пристосування токарних верстатів (на прикладі токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20)

Дослідження точнісних характеристик інструментальних оправок для фрезерувального верстата

Установка заготовок

Затискні механізми

Розрахунок оправок: циліндричної з гарантованим зазором, конічної оправки, пресової оправки

Основні розрахункові схеми оснащення верстатів

Розрахунок необхідної сили затиску в токарному патроні: цанговому, спіральному. Вивчення принципів затиску заготовок на металорізальних верстатах

Розрахунок необхідної сили затиску в елементарних затискних механізмах: ексцентриковому, важільному, гвинтовому та клиновому

Розрахунок необхідної сили затиску в токарному патроні: клиновому та важільному

Розрахунок коефіцієнту підсилення верстатного оснащення на прикладі цангового патрону

Розрахунок коефіцієнту підсилення верстатного оснащення на прикладі гвинтових лещат

Кондуктори для обробки отворів в деталях. Розрахунок кондуктора

6. Самостійна робота студента

Розрахунково-графічна робота

РГР - це індивідуальні завдання з даного кредитного модулю, що виконуються під час самостійної роботи студента та сприяють більш поглибленому засвоєнню теоретичного матеріалу, формуванню вмінь використання знань для вирішення відповідних практичних завдань. Значну частину такої роботи складає графічний матеріал, який виконується відповідно до чинних нормативних вимог.

Конкретні види індивідуальних завдань з певних КМ визначаються робочим навчальним планом. Терміни видачі, виконання і захисту індивідуальних завдань

визначаються графіком, що розробляється випусковою кафедрою на кожний семестр. Індивідуальні завдання виконуються студентами самостійно із забезпеченням необхідних консультацій з окремих питань з боку науково-педагогічного працівника.

Методичне забезпечення індивідуальних завдань складається із варіантів індивідуальних семестрових завдань з КМ та рекомендацій до їх виконання (може бути частиною рекомендацій студентам щодо засвоєння КМ).

Виконання РГР є обов'язковою умовою допуску до екзамену.

Контрольні роботи

Метою проведення контрольних робіт є перевірка знань, засвоєних студентами в процесі вивчення відповідних розділів кредитного модуля.

Робочим навчальним планом не передбачено проведення модульної контрольної роботи (МКР).

На лекціях передбачається проведення експрес-контролю у вигляді тестування або усного опитування.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється. Проте, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.

Відвідування практичних занять є вельми бажаним, оскільки на цих заняттях вирішуються типові інженерні задачі. Також студенти мають можливість проконсультуватися з викладачем по всіх питаннях з дисципліни. Як правило, на останньому практичному занятті захищаються РГР. Захист РГР можливий і раніше.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

Академічна доброчесність

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

Норми етичної поведінки

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

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

Розмір стартової складової PCO з дисципліни, яку студент може отримати протягом семестру, складає 60 балів. Розмір екзаменаційної складової – 40 балів.

Практичні роботи (r_1)

Ваговий бал однієї роботи кожної роботи представлено в таблицях 1 та 2. Максимальна кількість балів за всі практичні роботи: $r_1=40$ балів.

Максимальна кількість балів за практичні роботи

Таблиця 1

Бали	Практична робота
9	Розробка і реалізація схем базування при конструюванні верстатних пристосувань на прикладі деталей різних класів
12	Визначення похибки базування при встановленні заготовок в пристосуваннях
5	Технічне оснащення стандартними пристосування токарних верстатів (на прикладі токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20)
4	Дослідження точнісних характеристик інструментальних оправок для фрезерувального верстата
5	Установка заготовок
5	Затискні механізми

Рейтингові бали за виконання та захист практичної роботи

Таблиця 2

Критерій оцінювання	Розробка і реалізація схем базування при конструюванні верстатних пристосувань на прикладі деталей різних класів	Визначення похибки базування при встановленні заготовок в пристосуваннях	Технічне оснащення стандартними і пристосування токарних верстатів (на прикладі токарно-гвинторізного верстата моделі 16К20)	Дослідження точнісних характеристик інструментальних оправок для фрезерувального верстата	Установка заготовок	Затискні механізми
Зауважень до звіту нема, є	9	12	5	4	5	5

Відповіді на всі запитання						
Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань	7-8	9-11	3,1-4	3,1-4	3,1-4	3,1-4
Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань	5-6	7-8	2,1-3	2,1-3	2,1-3	2,1-3
Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання	3-4	5-6	1,1-2	1,1-2	1,1-2	1,1-2
Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищена.	1-2	1-4	0,1-1	0,1-1	0,1-1	0,1-1
Робота не виконана, звіт не представлений	0	0	0	0	0	0

Експрес-контроль на лекціях (г₂)

Експрес-контролю у вигляді тестування або усного опитування, про що студенти будуть сповіщені напередодні на лекції.

Максимальна кількість балів за всі відповіді на експрес-контролі – 10 балів.

Оцінювання експрес-контролю здійснюється відповідно до кількості правильних відповідей на кожному опитуванні. Щодо системи оцінювання кожного експрес-тесту студенти будуть сповіщені напередодні.

Розрахунково-графічна робота (r₃)

Розрахунково-графічна робота складається з графічної частини та специфікації, та пояснювальної записки. Максимальна кількість балів за завдання нараховується за правильне та своєчасне виконання. Терміни виконання завдань встановлюються викладачем на практичних заняттях.

Максимальна кількість балів становить: $r_3=10$ балів.

Максимальна кількість балів за графічну частину – 6, за пояснювальну записку – 4.

Штрафні та заохочувальні бали

Студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Порушення термінів виконання певного виду робіт враховується згідно рейтингової системи оцінювання.

Умови рубіжної атестації

Для отримання «зараховано» з першої рубіжної атестації у студента повинні бути виконані всі завдання з першої практичної роботи. Для отримання «зараховано» з другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж 15 балів.

Критерії оцінювання

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

Необхідною умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг не менший 60% від R_C тобто 36 балів та виконана (здана) РГР.



Рис. 1 – Блок-схема функціонування РСО з дисципліни

Семестровий контроль: **екзамен**.

Максимальна кількість балів за правильні відповіді на екзамені – 40.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить три питання. Відповіді на запитання оцінюються у 14 балів (2 запитання) та 13 балів (1 запитання).

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) 14 балів;
- «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) -9-13 балів;
- «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) -4-8 балів;
- «незадовільно», незадовільна відповідь 0 балів.

За домовленістю зі студентами можливий варіант виконання екзаменаційної роботи у вигляді тестування за допомогою гуглформ з максимальною кількістю балів за запитання тесту – 40 і відповідною кількістю запитань – 40.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну роботу переводиться до оцінки згідно з таблицею відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

Таблиця для переведення рейтингової оцінки по навчальній дисципліні.

<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

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) склав:

Доцент кафедри
конструювання машин,
кандидат технічних наук

Андрій Гаврушкевич

Асистент кафедри
конструювання машин

Наталія Гаврушкевич

Ухвалено кафедрою (Протокол 1 від 31.08.2021)
конструювання машин

Погоджено методичною комісією
механіко-машинобудівного інституту (Протокол № від)